



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Eficiencia de Biofiltros de Zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* en la Descontaminación de Efluentes Industriales, Puente Piedra, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Espinoza Hinostroza, Naomi Camile (ORCID: 0000-0002-1902-0744)

Rodriguez Barrón, Diego Jhair (ORCID: 0000-0001-6026-5594)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID: 0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y gestión de los recursos naturales

**LIMA - PERÚ**

**2021**

**Dedicatoria:**

A Dios por brindarnos sabiduría,  
fuerza para poder afrontar la carrera  
universitaria.

A nuestros padres, que siempre  
estuvieron ahí en las etapas de  
nuestro, apoyándonos aconsejando y  
creyendo nos, a lograr nuestros  
sueños.

### **Agradecimiento:**

A nuestro asesor Ing. Jorge Leonardo Jave Nakayo por brindarnos sus conocimientos para poder realizar el trabajo de investigación. A nuestra Universidad Cesar Vallejo por los conocimientos adquiridos en toda etapa universitaria.

A la Ingeniera Rosario Vicuña Huaman por ser el pilar de nuestro inicio laboral.

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	17
3.1 . Tipo y diseño de la Investigación .....	17
3.2 . Variables y Operacionalización .....	17
3.3 . Población, muestra y muestreo .....	18
3.5 . Procedimientos .....	24
3.6 . Método de análisis de datos .....	44
3.7 . Aspectos éticos .....	45
IV. RESULTADOS .....	46
V. DISCUSION .....	74
VI. CONCLUSIONES .....	78
VII. RECOMENDACIONES .....	79
VIII. REFERENCIAS .....	80



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de la zeolita debido a su estructura .....	11
<b>Tabla 2.</b> Taxonomía de <i>Chlorella vulgaris</i> .....	13
<b>Tabla 3.</b> Taxonomía Chondrus crispus, .....	14
<b>Tabla 4.</b> Contenidos de aguas residuales en industrias importantes .....	15
<b>Tabla 7.</b> Validación de instrumentos por expertos.....	24
<b>Tabla 8.</b> Materiales para el óptimo cultivo de la micro alga Chlorella vulgaris .....	25
<b>Tabla 9.</b> Condiciones iniciales de la microalga Chlorella vulgaris.....	30
<b>Tabla 10.</b> Resultados de muestra control .....	46
<b>Tabla 11.</b> Comparación de eficiencia en la descontaminación por los biofiltros .....	47
<b>Tabla 12.</b> Condiciones de operación del biofiltro N° 1 .....	48
<b>Tabla 13.</b> Condiciones de operación - Biofiltro N° 2 .....	49
<b>Tabla 14.</b> Condiciones de operación - Biofiltro N° 3 .....	50
<b>Tabla 15.</b> Característica física de efluentes industrial término del tratamiento .....	51
<b>Tabla 16.</b> Características químicas del efluente industrial al término del tratamiento .....	52
<b>Tabla 17.</b> Prueba de normalidad - Conductividad -Biofiltro N° 1.....	53
<b>Tabla 18.</b> Prueba de normalidad - Conductividad -Biofiltro N° 2.....	54
<b>Tabla 19.</b> Prueba de normalidad - Conductividad -Biofiltro N° 3.....	54
<b>Tabla 20.</b> Análisis ANOVA – conductividad .....	55
<b>Tabla 21.</b> Prueba Bonferroni - Conductividad.....	56
<b>Tabla 22.</b> Prueba de normalidad - Sulfatos - Biofiltro N° 1 .....	57
<b>Tabla 23.</b> Prueba de normalidad - Sulfatos - Biofiltro N° 2.....	57
<b>Tabla 24.</b> Prueba de normalidad - Sulfatos - Biofiltro N° 3 .....	58
<b>Tabla 25.</b> Análisis Anova - Sulfatos .....	58
<b>Tabla 26.</b> Prueba Bonferroni – Sulfatos .....	59
<b>Tabla 27.</b> Prueba de normalidad - Plomo -Biofiltro N° 1 .....	60
<b>Tabla 28.</b> Prueba de normalidad - Plomo-Biofiltro N° 2 .....	60
<b>Tabla 29.</b> Prueba de normalidad - Plomo -Biofiltro N° 3 .....	61
<b>Tabla 30.</b> Análisis ANOVA – Plomo .....	61
<b>Tabla 31.</b> Prueba Bonferroni – Plomo.....	62
<b>Tabla 32.</b> Prueba de normalidad - Cloruros -Biofiltro N° 1 .....	63
<b>Tabla 33.</b> Prueba de normalidad - Cloruros -Biofiltro N° 2 .....	63
<b>Tabla 34.</b> Prueba de normalidad - Cloruros -Biofiltro N° 3 .....	64
<b>Tabla 35.</b> Análisis ANOVA – Cloruros .....	65
<b>Tabla 36.</b> Prueba Bonferroni – Cloruros .....	66
<b>Tabla 37.</b> Prueba de normalidad - Cromo -Biofiltro N° 1 .....	66
<b>Tabla 38.</b> Prueba de normalidad - Cromo - Biofiltro N° 2 .....	67
<b>Tabla 39.</b> Prueba de normalidad - Cromo -Biofiltro N°3 .....	67
<b>Tabla 40.</b> Análisis ANOVA – Cromo .....	68
<b>Tabla 41.</b> Prueba Bonferroni – Cromo .....	69
<b>Tabla 42.</b> Prueba de normalidad - pH -Biofiltro N° 1 .....	70
<b>Tabla 43.</b> Prueba de normalidad - pH -Biofiltro N° 2 .....	70
<b>Tabla 44.</b> Prueba de normalidad - pH -Biofiltro N° 3 .....	71

<b>Tabla 45.</b> Análisis ANOVA – pH .....	71
<b>Tabla 46.</b> Prueba Bonferroni – pH .....	72

## Índice de figuras

Figura N° 1: Esquema de la molécula de la Mordenita .....	10
Figura N° 2: Mapa de ubicación de la zona del muestreo.....	19
Figura N° 3: Recipientes de muestreo.....	20
Figura N° 4: Acciones pre muestreo.....	21
Figura N° 5: Punto de muestreo - Muestra control.....	21
Figura N° 6: Muestras rotuladas y preservadas .....	22
Figura N° 7: Tubo para centrífugas Medición dosis de Bayfolan .....	25
Figura N° 8: Manguera de silicona atóxica.....	25
Figura N° 9: Lámpara con foco de 1650 lumens iluminación del medio de cultivo.....	26
Figura N° 10: Bayfolan - Abono foliar para alimentación de <i>Chlorella vulgaris</i> .....	26
Figura N° 11: Papel aluminio .....	26
Figura N° 12: Tubos de plástico PP.....	26
Figura N° 13: Cooler para laptop.....	27
Figura N° 14: Contenedor inicial de microalga <i>Chlorella Vulgaris</i> .....	28
Figura N° 15: Contenedor inicial de microalga <i>Chlorella Vulgaris</i> .....	28
Figura N° 16: Medida de Bayfolan.....	28
Figura N° 17: Recipiente de cultivo de microalga .....	28
Figura N° 18: Sistema de aireación conectado con contenedor para el cultivo de la microalga <i>Chlorella Vulgaris</i> .....	29
Figura N° 19: Vista de la Micro alga en laboratorio – 400x.....	30
Figura N° 20: Medio de cultivo instalado y funcional .....	31
Figura N° 21: Segundo trasvase de microalga <i>Chlorella vulgaris</i> .....	32
Figura N° 22: 8 litros de cultivo de micro alga <i>Chlorella vulgaris</i> .....	33
Figura N° 23: Vista Cámara Neubaur-vista 10x .....	33
Figura N° 24: Vista Cámara Neubaur-vista 40x .....	33
Figura N° 25: Macro alga <i>Chondrus crispus</i> .....	34
Figura N° 26: Grava como soporte de biofiltros .....	35
Figura N° 27: Zeolita como núcleo de biofiltros.....	35
Figura N° 28: Inserción de microalga <i>Chlorella vulgaris</i> .....	36
Figura N° 29: Dosificación de microalga <i>Chlorella vulgaris</i> .....	36
Figura N° 30: Biofiltro N° 1 .....	36
Figura N° 31: Biofiltro N° 2 .....	37
Figura N° 32: Biofiltro N° 3 .....	38
Figura N° 33: Placa difusora .....	38
Figura N° 34: Biofiltros N°1, 2 y 3.....	39
Figura N° 35: Elaboración de Biofiltros .....	40
Figura N° 36: Diagrama de flujo .....	41
Figura N° 37: Comparación entre medias - conductividad .....	56
Figura N° 38: Comparación entre medias - Sulfatos .....	59
Figura N° 39: Comparación entre medias – Plomo .....	62
Figura N° 40: Comparación entre medias – Cloruros.....	65
Figura N° 41: Comparación entre medias – Cromo.....	69

Figura N° 42: Comparación entre medias – pH .....	72
Figura N° 43: Comparación entre medias – Sulfuros .....	73

## RESUMEN

En la presente investigación se utilizaron 3 Biofiltros evaluados en diferentes condiciones de operación (componentes) para descontaminar efluentes industriales; el primer biofiltro tuvo como componentes zeolita y la microalga *Chlorella vulgaris*, el segundo biofiltro por zeolita y la macroalga *Chondrus crispus* mientras que el tercer biofiltro conformado por zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*.

La obtención de muestras se realizó conforme al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016). La muestra control se obtuvo directamente de la trampa de grasa de la empresa PROSOLDES SRL. mientras que las muestras de efluentes industriales luego del tratamiento fueron recolectadas en la salida de los biofiltros.

Al término del tratamiento se obtuvieron efluentes, cuyos parámetros cumplen parcialmente, con el ECA tipo III- Riego de Vegetales ya que serán destinados para riego de las áreas verdes de la empresa. Concluyendo que los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*, son eficientes en la descontaminación y efluentes industriales. Siendo el biofiltro N°3 compuesto por zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*, el más eficiente en la descontaminación de Sulfatos = 47.61%, Conductividad eléctrica = 60.76%, Plomo=98.21%, Cromo=56.07%, estabilización de pH de 2.47 a 6.78 y Sulfuros =99%, sin embargo, el biofiltro N°2 compuesto por zeolita y *Chondrus crispus*, tiene mayor eficiencia en la descontaminación de cloruros=42.68%.

**Palabras claves:** Eficiencia, Efluentes industriales, zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*

## ABSTRACT

In the present investigation, 3 Biofilters evaluated in different operating conditions (components) were used to decontaminate industrial effluents; the first biofilter had as components zeolite and the microalgae *Chlorella vulgaris*, the second biofilter for zeolite and the macroalgae *Chondrus crispus* while the third biofilter made up of zeolite, *Chlorella vulgaris* and *Chondrus crispus*.

The collection of samples was carried out in accordance with the National Protocol for the Monitoring of the Quality of Surface Water Resources (ANA, 2016). The control sample was obtained directly from the grease trap of the company PROSOLDES SRL. while the samples of industrial effluents after treatment were collected at the outlet of the biofilters.

At the end of the treatment, effluents were obtained, whose parameters partially comply with the ECA type III - Irrigation of Vegetables. Concluding that the zeolite biofilters, *Chlorella vulgaris* and *Chondrus crispus*, are efficient in decontamination and industrial effluents. Being the N ° 3 biofilter composed of zeolite, *Chlorella vulgaris* and *Chondrus crispus*, the most efficient in the decontamination of Sulfates = 47.61%, Electrical conductivity = 60.76%, Lead = 98.21%, Chromium = 56.07%, pH stabilization from 2.47 to 6.78 and Sulfides = 99%, however, biofilter N ° 2 composed of zeolite and *Chondrus crispus*, has a higher efficiency in the decontamination of chlorides = 42.68%.

**Keywords:** Efficiency, Industrial effluents, zeolite, *Chlorella vulgaris* and *Chondrus crispus*

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales antagonistas del siglo XXI, es la contaminación ambiental; la cual viene siendo alterado por diversos factores, una de ellas las actividades antrópicas, produciendo una disminución de los recursos naturales (suelo, aire y agua).

En el sector industrial a diario se genera un incremento de efluentes industriales, siendo su destino en los cuerpos de agua, por consiguiente se busca como alternativa, la utilización de un filtro de Bio-zeolita con las algas *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* en la descontaminación de aguas residuales, con la finalidad de riego de vegetales, destinada para agua tipo III (D1: Riego de Vegetales).

El filtro bio- zeolita consiste en la utilización de 2 técnicas de descontaminación: La zeolita que es un mineral aluminosilicato cristalino con la capacidad de absorber diferentes contaminantes, entre ellos los metales pesados. Y el uso de algas, que tiene la capacidad de biasorber distintos compuestos, acumulándose en el mismo material biológico, gracias a su propio metabolismo. Estos procesos pueden ser físicos, complejos y de intercambio iónico. Por lo cual, la unión de estas técnicas lograría obtener una mayor eficiencia en comparación a filtros similares o convencionales en la descontaminación de efluentes industriales.

Las aguas industriales, proveniente del desarrollo de los procesos productivo como: agrícola, agroindustrial, minera, energética, entre otras. (OEFA, pp3), durante su proceso se deteriora la calidad original, producto al incremento de sustancias que disminuye su potencial de uso. (Cedrón et al., 2017), reflejando un problema desde el principio del milenio. Según el informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, 2017. Las aguas industriales utilizan un 20% de los recursos de agua potable del planeta y solo se reutilizan un 4%, en 20 países del continente europeo generaron en total 12740.3 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales. (UNESCO, 2017).

Esto se traduce en una disminución en la disponibilidad del agua no solo para el

mismo sector industrial sino también a las distintas actividades económicas, recreativas, sociales y vitales dentro del desarrollo de una sociedad. De igual manera, el no reaprovechar el recurso hídrico en las distintas etapas, generarían un aumento en sus costos.

Los efluentes industriales que contienen metales pesados son las aguas residuales, ya que no son químicamente ni incluso biológicamente degradables. Los cuales una vez liberados pueden permanecer en un medio, durante cientos de años (Latif et al, 2018). Los efectos de los metales pesados en el funcionamiento de los ecosistemas varían según sus concentraciones, pero es su mayoría la toxicidad que estos presentan son perjudiciales para los diversos ciclos de vida en el entorno comprometido y el mecanismo por el cual son transportados con mayor facilidad es el agua.

Debido a esta problemática, surge la iniciativa de investigar un método de descontaminación de efluentes industriales, por lo que se planteó como problema general ¿Cuál es la eficiencia de los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra 2021? ¿A raíz de este problema general, se formulan los problemas específicos? ¿Cuáles son las Condiciones de operación de los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* para descontaminar de Efluentes Industriales? ¿Cuál es la Característica física de los Efluentes Industriales al término del tratamiento por los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* que permitan su reutilización? ¿Cuáles son las Características químicas de los Efluentes Industriales al término del tratamiento por los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* que permitan su reutilización?

La presente investigación surge, con el fin de determinar la eficiencia de los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* para la Descontaminación de Efluentes Industriales, mediante un tratamiento fisicoquímico y biológico. El uso de filtros de zeolitas es ventajoso y eficiente debido a su fácil instalación, operación y el buen margen de resultados en comparación a los filtros convencionales ya existentes como los filtros de carbón activado, arena y grava (Burgos y Agudo,



2015). Es por ello que la adición de la microalga *Chlorella vulgaris* y la macroalga *Chondrus crispus*, podría aumentar aún más la eficiencia de este filtro, ya que le aportaría el factor biosorbente, mediante el mecanismo quelación, a través de las biomoléculas (fitoquelatinas) enlazan los iones metálicos, disminuyendo su toxicidad, acumulándose en sus vacuolas (Castillo Rondan, 2005 como se citó Espinoza,2014), permitiendo reducir aún más los contaminantes presentes en los efluentes industriales. Luego del tratamiento, se buscará la reutilización. Por lo que el agua tratada será evaluada en base al cumplimiento de los estándares de Calidad ambiental para riego de vegetales según el DS. N° 004-2017 MINAM.

De igual manera, no se cuentan con investigaciones recientes de tratamiento de efluentes industriales con el mineral de zeolita, adicionando el uso de una micro y macro algas, este estudio proporcionará un mayor entendimiento en la aplicación de este biofiltro, asimismo servirá de base para estudios posteriores, para el uso de diferentes tipos de agua, para su replicación a una escala mayor e incluso poder llegar a ser comparado con diferentes tipos de tratamientos.

En el ámbito profesional, como ingenieros ambientales, el interés es dar a conocer la posibilidad de tratar efluentes industriales con este tipo de técnica, enfocado principalmente su uso en empresas las cuales tienen volúmenes de efluentes controlados, sirviendo como piloto en un inicio y poder llevarse a diferentes escalas según las expectativas y necesidades específicas. El resultado positivo del tratamiento, significa una apertura en la posibilidad de reutilizar efluentes industriales como agua de riego de vegetales, logrando así una tentativa de cooperación entre la empresa y terceros que necesiten este tipo de agua; o en todo caso poder reutilizar estos efluentes dentro de los mismos procesos de la empresa involucrada, brindando una reducción de costos para la empresa, aumento en la disponibilidad del recurso hídrico hacia otros sectores, disminuir impactos socioambientales, promover la economía circular y el desarrollo sostenible.

Se planteó la siguiente hipótesis general, en relación al problema general y problemas específicos: Al menos un biofiltro de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* es eficiente en la Descontaminación de los Efluentes Industriales,

Puente Piedra, 2021. A raíz de la hipótesis general, se plantearon como hipótesis específicas : Las condiciones de operación de los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* influyen en la Descontaminación de Efluentes Industriales, la característica física de los efluentes industriales al término del tratamiento por los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* permiten su reutilización y las características químicas de los efluentes industriales al término del tratamiento por los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* permiten su reutilización.

A partir de las hipótesis mencionadas anteriormente, se formuló como objetivo general: Determinar la eficiencia de los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* en la Descontaminación de Efluentes Industriales, Puente Piedra, 2021 y como objetivos específicos: Determinar las Condiciones de operación de los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* para la descontaminación de efluentes industriales, determinar la característica física de los efluentes industriales al término del tratamiento por los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* que permitan su reutilización, determinar las características químicas de los efluentes industriales al término del tratamiento por los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* que permitan su reutilización.

## II. MARCO TEÓRICO

En relación a lo descrito anteriormente, se hace mención de trabajos previos internacionales y nacionales que proporcionan un diseño y método para la elaboración del filtro de bio-zeolita para la descontaminación de aguas residuales.

Rodríguez, (2017). Expuesto en su trabajo de investigación, “Evaluación de la capacidad de adsorción de  $NH_4^+$  y metales pesados  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  y  $Mn^{2+}$  empleando zeolitas naturales y sintéticas” Los minerales como la zeolita, entre sus características física y química, son de aluminosilicatos cristalinos, utilizado como catalizadores y tamices moleculares, su capacidad de adsorción de zeolitas: sintéticas es (400 meq/100g), mientras que las zeolitas naturales son eficaces en la remoción de cationes iónicos:  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $NH_4^+$ , y  $Mn^{2+}$ , demostrando que la zeolita es eficiente en la capacidad de intercambio iónico.

Belova, (2019), en su trabajo de investigación “Adsorción de iones de metales pesados ( $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$  y  $Fe^{2+}$ ) a partir de soluciones acuosas por zeolita natural”. La zeolita natural tiene en el proceso de remoción de iones hierro, cobalto, níquel teniendo una concentración de 0.5-3.5 mg en sus recursos hídricos. El estudio fue de carácter experimental, las concentraciones se escogieron basándose en las concentraciones específicas de acuerdo a los metales, a través el método de Rietveld; encontrados en las aguas residuales de la minería de la región Kamchatka, El resultado menciona a la zeolita, tiene la capacidad máxima de sorción de cobre - 0.023; para hierro - 0.021; para níquel - 0.020; para cobalto - 0.011, siendo este el mineral es prometedor para extraer iones metálicos.

Vera, et. al (2016) en su artículo titulado: “Evaluación de materiales filtrantes para el reusó en agricultura de aguas residuales tratadas provenientes de zonas áridas”. Se elaboro, 7 columnas, donde se analizó los parámetros fisicoquímicos, como la conductividad eléctrica, pH y temperatura: (B), (CL<sup>-</sup>), (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, (Zn, Pb, Fe, Mn, Cd, Cu, As); conductividad eléctrica, pH. En el filtro de carbón activado, se observó el boro removió valores debajo de 0,75 mg/Lm, sin embargo no es apto, debido que la

conductividad eléctrica tiene que ser mayor a 2,5 dS/m y su peróxido de hidrogeno es de 8.4- Con el filtro de arena, se observó en sus lixiviados presencia de sodio y arsénico, con la utilización de la zeolita, redujo la salinidad, reduciendo un porcentaje de 20 de conductividad eléctrica, además se observó que los parámetros evaluados no tuvieron ningún efecto negativo, mostrando su efectividad de este mineral con los demás.

Pérez, (2017), en su trabajo de investigación titulada: “Análisis de zeolita como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos. “Ayuda al campesino” de la parroquia la Matriz – Cantón Quero – provincia de Tungurahua”. Se evaluó la eficiencia de este mineral, a través de un filtro metálico, su dimensión de (57\*42) cm<sup>2</sup>, filtrándose un volumen de 35 litros de un tanque con capacidad de 55 galones, Se analizo los parámetros físicos y químicos, tanto en la fase inicial y la final; DBO5, DQO, pH, aceites y grasas, su porcentaje de remoción fue en Aceites y Grasas (90.08%), de DQO (71.11%) y (82.60%). Demostrando, que la zeolita es eficiente para la remoción de aguas residuales.

Ji Guo, et. al (2020), en su trabajo de investigación. “Membrana recubierta de Zeolita ZSM-5 superhidrófila para mejorar la coalescencia del agua en emulsiones de agua para aceite”. Indica que los filtros tradicionales de deshidratación de diésel y gasolina, no cumpliendo la eficiencia, Para ello, se utilizó la membrana de zeolita, en 2 muestras, demostrando su permeabilidad y absorción, de agua en aceite de turbina, aceite de maíz, querosene fueron 95% aceptable y coalescencia de 90.8%.

Yang, et al (2017). En su trabajo de investigación “Rendimiento parcial de nitrificación y mecanismo del filtro aireado biológico de Zeolita para el tratamiento de aguas residuales con amonio”. Menciona que, la absorción de amoniaco libre, y la inhibición de nitrito, en un rango de bacterias oxidantes. Para ello, se evaluó en el mecanismo de inhibición y su rendimiento parcial de nitrificación, lo cual se construyó un filtro aireado biológico (ZBAF) para la alimentación continua, con el objetivo de lograr una nitrificación estable. Como resultado se observó una excelente acumulación de nitrito, superando al 90.8%, en su concentración amoniaco se elevó 300 mg de 250 a 550 mg/L, su tasa de producción de nitrito

aproximadamente de 0.750 kg/ m<sup>3</sup>/d, mientras que el nitrógeno fue de 0.854 a 1.200 kg/m<sup>3</sup>. Demostrando su potencialidad de nitrificación a través ZBAF para tratamiento de aguas residuales.

Leguía, et.al. (2017). en su investigación “Diseño de filtros de bioarena para remover metales pesados (As, Cd, Cr, Pb y Fe) en aguas de uso doméstico” menciona que el filtro de bioarena es una adaptación tradicional, arena y lento, con el propósito es eliminar impurezas, patógenos y otros sedimentos. Se evaluó la eficiencia de la implementación de filtros de bioarena (FBA) técnico- constructivo para remoción de metales pesados en compuestos orgánicos e iones metálicos, siendo vertidos en los cuerpos acuáticos y terrestres. Por lo cual se estimó la eficiencia de remoción de sulfatos, mercurios y nitratos tratamiento en escala domiciliaria. Se elaboró a primera instancia a través del vidrio para sus pruebas técnicas, posteriormente de concreto. La absorción de hidróxido de hierro logró la remoción del arsénico; los metales como el cadmio, cobre, plomo y hierro se obtuvieron mediante los gránulos de cobre-zinc. Se logró reducir 98% de remoción de plomo y hierro; y más del 99% de cromo y cadmio; más del 95% de arsénico. Los FBA tienen como resultados generar un impacto sanitario, social, ambiental y económico.

Vela, et.al (2019) en su estudio “Biorremediación eficiente de efluentes metalúrgicos mediante el uso de microalgas de la Amazonia y los Andes del Ecuador” El incremento de las actividades económicas; como la minería, lograr a producir impactos debido a la liberación de a través de las micro algas *Pleurococcus* sp., *Chlorella* sp. y *Scenedesmus* sp. en aguas residuales. Las cuales fueron cultivados de manera individual, obteniendo como resulta que las algas *Chlorella*, *Scenedesmus* sp y *Pleurococcus* sp. tienen una remoción eficiente de 93%, 76% y 96%, mostrando como el tratamiento más eficiente es el *Pleurococcus* sp que removió un 86% el mercurio. Por lo tanto, el uso de macroalgas es una fuente promisoría para la aplicación de biorremediación en aguas residuales con contenido de metales.

Xiorong Chen. et. al (2020). En su trabajo de investigación titulado: “*Eliminación de la toxicidad y mejora de la biodegradabilidad del extractor de lodo en aguas residuales ricas en hidroquinona mediante el cultivo de Chlorella vulgaris*”. La cantidad excesiva de lodos que son expuesta en las aguas residuales contienen sustancias orgánicas tóxicas. Por lo cual se cultivó *Chlorella vulgaris* en extracto de lodo y medio BG11 (grupo blanco) con el objetivo de reducir tanto el rendimiento de lodo como la toxicidad orgánica. Se muestra que extracto de lodo tóxico tuvo mayor crecimiento estable del alga, además de su décimo día una mayor eficiencia en sus fotosíntesis u biomasa, además que relación DBO / DQO (B / C) del extracto de lodo aumentó de 0,12 a 0,37, nitrógeno factor de 4,9, eliminando productos académicos microbianos solubles y redujo algunos ácidos húmicos. Por lo tanto, cómo eliminar o reutilizar los componentes tóxicos y refractarios del lodo se ha convertido en un tema importante en el campo de la investigación de las ciencias ambientales para el tratamiento inofensivo e ingenioso del exceso de lodo.

Almomani y Bohsale (2020). En su investigación “Bioabsorción de metales tóxicos de aguas residuales industriales por cepas de algas *Spirulina Platensis* y *Chlorella Vulgaris*: Aplicación de isotermas, modelos cinéticos y optimización de procesos”. Propone y mejora un proceso de remoción de metales pesados (Ni, Al y Cu) en aguas residuales industriales utilizando *Espirulina Platensis* y *Chlorella vulgaris*. Tomando como objetivo evaluar el efecto de un tratamiento ácido sobre la mejora del porcentaje de eliminación de metales tóxicos. Brindando como opción un tratamiento ácido (AC-T) usando ácido sulfúrico para aumentar la eficiencia de las algas de manera significativa. Los resultados fueron esperados, mostrando que las eficiencias de eliminación de Al, Ni y Cu obtenidos con SP tratado con ácido fueron  $\geq 95,0\%$ ,  $87,0\%$  y con tratamiento CV fueron  $63,0\%$  y  $87,0$ ,  $79,1$  y  $80,0\%$ , que son 1.8 y 1,5 veces más alto que las cepas no tratadas.

Peter, et.al (2021). En su artículo titulado “Mitigación de la proliferación de algas nocivas causadas por *Alexandrium catenella* y reducción de la acumulación de saxitoxina en bivalvos utilizando algas cultivables”. Sustenta que el alga *Alexandrium* causa impactos negativos en la producción de los mariscos. Lo cual se

tiene como objetivo realizar la acuicultura de 3 macro algas: *Sacc harina latissima*, *Chondrus crispus* y *Ulva spp* para su mitigación, realizando ensayos de crecimientos en los cocultivo a concentraciones ambientales. Obteniendo como resultados. En el primer ensayo, el alga de *Chondrus crispus* reduce a un 75.3%, mientras tanto su reducción al 95% de las concentraciones *Ulva ssp* y *S. latissima* en los experimentos de cultivo, en el segundo ensayo, produjo una reducción de la Alga *catenella* en las concentraciones de *Chondrus crispus*. Lo que muestra resultados como una estrategia eficaz, para la mitigación de esta alga; además de los beneficios económicos. Lo cual se sugiere una mayor investigación para comprobar la efectividad de las macro algas en aguas abiertas.

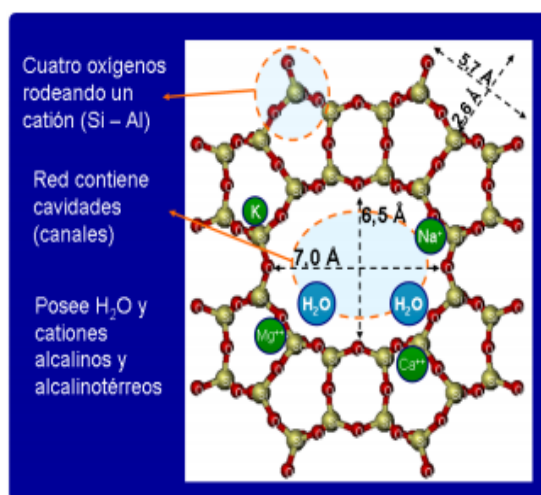
Según Dewi, et al (2018) en su investigación: “*Potencial de las microalgas Chlorella vulgaris como agentes de biorremediación del metal pesado Pb (plomo) en medios de cultivo*”, afirma que la microalga *Chlorella vulgaris* da efecto a la disminución de diversas concentraciones de Pb en el medio de cultivo, con mayor absorción es Pb metálico en el tratamiento Pb5, y absorción de Pb menor en el tratamiento Pb1. Relacionado con la aportación de diversas concentraciones de Pb influyen en el crecimiento de *Chlorella vulgaris*. A concentraciones de Pb, 1 mg / l y 3 mg / l puede ser tolerado por la célula *Chlorella vulgaris*, y el crecimiento óptimo contenido en el tratamiento Pb3, mientras que a una concentración de 5 mg / l ya no puede ser tolerado por las células de *Chlorella vulgaris*., se caracteriza por disminuir el número de células de *Chlorella vulgaris* en el medio de cultivo.

Posteriormente al análisis de los trabajos previos asociados con la investigación se exponen teorías y enfoques conceptuales relacionados al filtro de bio-zeolita.

La zeolita, se forma de manera natural, esto se debe por la reacción de la lava volcánica y el mar, por lo cual comprende en un grupo de aluminosilicatos cristalinos, su hidratación es de aluminio, con cationes de alcalino y alcalinos térreos, su forma de tetraedra alumina interconectada ( $AlO_4$ ) y sílice de ( $SiO_4$ ), al poseer esta estructura porosa de diámetro de 3 a 10 angstroms, ocupan moléculas más grandes e iones, donde se muestra la capacidad de ceder agua e incorporar cationes, al momento de deshidratarse.

Sus espacios abiertos logran que se introduzcan molécula de agua, esto se debe por la cohesión de la red, lo cual ellos rodeando los cationes de intercambio.

Se ha comprobada que las zeolitas naturales en sus diversas formas o cambios en los filtros o sistemas de filtración alcanzan estándares de calidad óptimos enfocados en el control de fosfatos, cloruros, metales pesados y sulfuros, así también como materia orgánica. (Corella,2011, como se citó en Guerreiro, Vásquez y Rodriguez,2017). En la **Figura 1**: Sus espacios abiertos logran que se introduzcan moléculas de agua, esto se debe por la cohesión de la red, lo cual ellos rodean los cationes intercambio.



*Figura N° 1: Esquema de la molécula de la Mordenita*

Se han realizados investigaciones encargadas especialmente en la disminución y/o eliminación de cationes y los tipos de zeolita de acuerdo a sus propiedades de intercambio iónico. En la tabla 1 se muestra los principales tipos de zeolita, con sus fórmulas químicas y estructura,



**Tabla 1.** Clasificación de la zeolita debido a su estructura

Nombre	Formula Química	Estructura
Natrolita	$\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Basada de cadenas, sus hábitos fibrosos, es un aluminosilicato del elemento del sodio.
Laumontita- Analcina	$\text{Ca Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Presente de forma cúbica, pueden ser amarillentas, blancas o grises, hidratado del calcio.
Phillipsita	$(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})_{1-2} (\text{Si}, \text{Al})_8 \cdot \text{O}_{16} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Contiene anillos, conectadas de forma zigzag en una marca de cruz.
Chabazita	$\text{Ca Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Sus cavidades son de gran tamaño, como octaedros
Mordenita	$\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2) \text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Esta considerados como láminas de seis tetraedros
Heulandita	$(\text{Na}, \text{Ca})_{2-3} \text{Al}_3(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Su morfología Tabular

De los cuales han realizado diferentes estudios, como en la eliminación de iones metálicos, La clinoptolita,  $(\text{Na}_6 [\text{Al}_2\text{O}_3] (\text{SiO}_2) \cdot 24\text{H}_2\text{O})$  la cual pertenece al grupo de Heulandita, tiene la capacidad de intercambiar iones desde un medio, lo cual logra eliminar el amoniaco de forma ionizada, siendo intercambiando por un ion químico diferente, para aguas residuales. (Yu et.al, 2019), al poseer poca densidad, tiene la capacidad de captación y retención de partículas hasta 5 micras, permitiendo la neutralización de ciertos elementos en la politización de agua. (Ávila y moreno, 2016)

La zeolita también tiene el rol de atrapadores de micotoxinas, tiende ser considerado importantes en la ración para pollo, por el tema de su contaminación, observando mejoras en su metabolismo y del rendimiento debido a sus propiedades químicas. (Armas, 2014)

Tal como, el uso como material cementoso aumento al 20% en el uso de aditivos plastificantes, reduciendo la absorción del agua y su permeabilidad del cloruro. (Ahmadi y Shekarchi 2010).

La zeolita a través de un filtro es más durable, su capacidad es de 4 veces a través de otros medios filtrantes convencionales, reduciendo la acidez del agua, incrementado su flujo, gravedad y presión con los filtros de arena. Eso sumando la reducción de bacterias mesofílicas y coliformes, concentración de fósforo, disminuyendo el DQO evitando los olores desagradables.

La biorremediación se ha convertido una tecnología moderna, lo cual se aplica en determinados microorganismos que a través de su metabolismo incorporándose contaminante dentro de ellos, aplicada para la descontaminación del ambiente (suelo, aire y agua) lo cual se considera una estrategia eficaz al ser tratamiento con agua contaminadas.

Así mismo los biofiltros, es un tratamiento ya utilizado, debido que son sistemas compuestos por diferentes dimensiones, lo cual se encarga de nutrir el agua residual, utilizando diferentes procesos, pueden ser anaerobios y aerobios. (Romero, 2016), siendo los responsables de la degradación biológica a través de las corrientes de agua residual de los contaminantes volátiles.

Las algas, son organismos acuáticos, habitan en diversos ambientes terrestres y acuáticos, siendo fotoautótrofos (desprendiendo oxígeno), esto a través de la clorofila, un pigmento verde que transforma la energía luminosa a energía química.

La *Chlorella vulgaris*, es un alga verde unicelular, conocida como otros nombres Clofrela entre las características principales su diámetro es de 2 a 10, habita en arroyos de agua dulces, ríos, etc. En la tabla 2 se muestra la taxonomía de la macro alga *Chlorella vulgaris*, resaltando su reino, clase, orden, entre otras.

**Tabla 2.** Taxonomía de *Chlorella vulgaris*

Reino	Protista
Clase	Trebouxiophyceae
Orden	Chlorellales
Familia	Chlorellaceae
Género	Chlorella
Especie	<i>Chlorella vulgaris</i>

Fuente: Elaboración propia

La macroalga *Chondrus crispus*, conocido como musgo de Irlanda, se desarrolla en forma silvestre, encontrándose como habita en las piedras y rocas, tiene medidas de 8 a 15 cm, sus segmentos pueden variar de acuerdo a sus grosores, el color en su etapa adulta es rojizo. En la tabla 3, se muestra la taxonomía del alga *Chondrus crispus*,

**Tabla 3.** *Taxonomía Chondrus crispus,*

Reino	Protista
Clase	Florideophyceae
Orden	Gigartinales
Familia	Gigartinaceae
Género	Chondrus
Especie	Crispus

Fuente: Elaboración propia

Los recursos hídricos, se viene alternado en su calidad, por los diferentes factores originado por el cambio climático, el crecimiento urbano, y las actividades humanas (Water and climate change,2020), se evidencia por la acumulación excesiva partículas de suspensión, la extracción de agua, desde la napa freática y agua superficial, la lluvia acida producida por la contaminación del aire , el aumento de por las pesticidas y fertilizantes por la actividad agricultura, así mismos los metales pesados presentes de las minerías industriales. (Recursos Hidricos,2009).

En la actividad de industria, tiene un alto porcentaje de consumo de agua, como disposición final en los vertidos, esto cuerpos son incorporados sustancias, disminuyendo su potencial de uso (UDEP, 2017). El organismo técnico especializa OEFA, menciona que las aguas residuales de clasifican en 3: domesticas; tiene presencia de desechos fisiológicos, de origen y residencial, municipales; son respuestas tratadas o aguas de drenaje pluvial y las aguas industriales, del proceso productivo de actividades energética, agroindustrial, agrícola y minería. En la tabla 4 se observa los contenido principales que tiene las diferentes estructuras a nivel mundial.

**Tabla 4.** Contenidos de aguas residuales en industrias importantes

Industria	Contenido en sus efluentes
Papel y pulpa	Ácidos de resinas coloradas, ácidos liznosulfonicos, hidrocarburos clorados, DBO, DBQ, color y toxicidad.
Hierro y Acero	Productos de gasificación: hidrocarburos aromáticos policíclicos, cianuro, fenoles, aceites hidráulicos.
Químicos orgánicos	Pesticidas, pinturas, productos petroquímicos, detergentes, disolventes,
Textiles	DBO <sub>5</sub> , DBQ, SS, urea, sulfuro.  Desinfectantes, residuos de aceites, detergentes, lubricantes, estabilizantes.
Energía	Contaminación de pozos de petróleo, gas y fracking  Aguas de calefacción y enfriamiento.
Minas	Partículas de roca  Tensiactivos  Aceites hidráulicos  Limos con partículas finas

**Fuente:** *Development Report 2020: Water and Climate Change, 2020.*

En Perú, se están implementando diferentes leyes o decretos, el ente rector es la Autoridad Nacional del Agua mediante la promulgación de la Ley N°29338, Ley de Recursos Hídricos, tiene el fin de promover una gestión integrada, con el objetivo de buscar la eficiencia y sostenibilidad de las cuencas.

La autoridad Nacional del Agua resalta el reúso de las aguas tratadas, siempre y cuando cumplan con sus condiciones, sin poner en riesgo la flora y fauna y salud humana, sometiendo un tratamiento previo cumpliendo Estándares de Calidad Ambiental (ECA), siendo los máximos valores permitidos para los contaminantes, a través de los instrumentos de gestión (MINAM,2017).

Los Estándares de Calidad Ambiental, esta divididos en Categorías 4: suelo, ruido, aire y agua, en la actualidad se regula 104 parámetros, entre elementos físico, químicos y microbiológicos; y se llegaron a modificar en tipo 3, en la subcategoría Riego vegetales y bebidas de animales, incorporándose dos nuevas disposiciones: agua para riego restringido y no restringido. Para ello se busca, que las industrias traten o recicle sus aguas, con el fin de promover un desarrollo sostenible.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de la Investigación

El trabajo de investigación, es de carácter aplicativo, mediante un estudio bibliográfico preliminar y conocimiento previos adquiridos. (Hernández, etal, 2014).

- Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo, debido posee características y atributos fundamentales de cualquier fenómeno, desde su análisis hasta sus componentes (Hernández, 2017).

- Diseño de investigación

La presente investigación, es de índole experimental, los diseños experimentales constan de la capacidad de modificar la variable o las variables, siendo en este caso no probabilístico intencional.

#### 3.2. Variables y Operacionalización

Variable dependiente

- Descontaminación de efluentes industriales

Variable independiente

- Biofiltros de Zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus cri*

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

La población corresponde a los efluentes industriales provenientes del proceso de pintado, recubrimientos, esmaltados y adición de aditivos de la empresa PROSOLDES SRL. de estructuras metálicas de la empresa PROSOLDES SRL. ubicada en Calle. Las Flores No 205 - Urb. Shangri-La, Puente Piedra – Perú, los cuales se acopian en una trampa de 2m<sup>3</sup>.

**Tabla 5:** Ubicación de la zona de estudio

Coordenadas UTM	
ESTE	273810.73
NORTE	8682208.18

Fuente: Elaboración propia



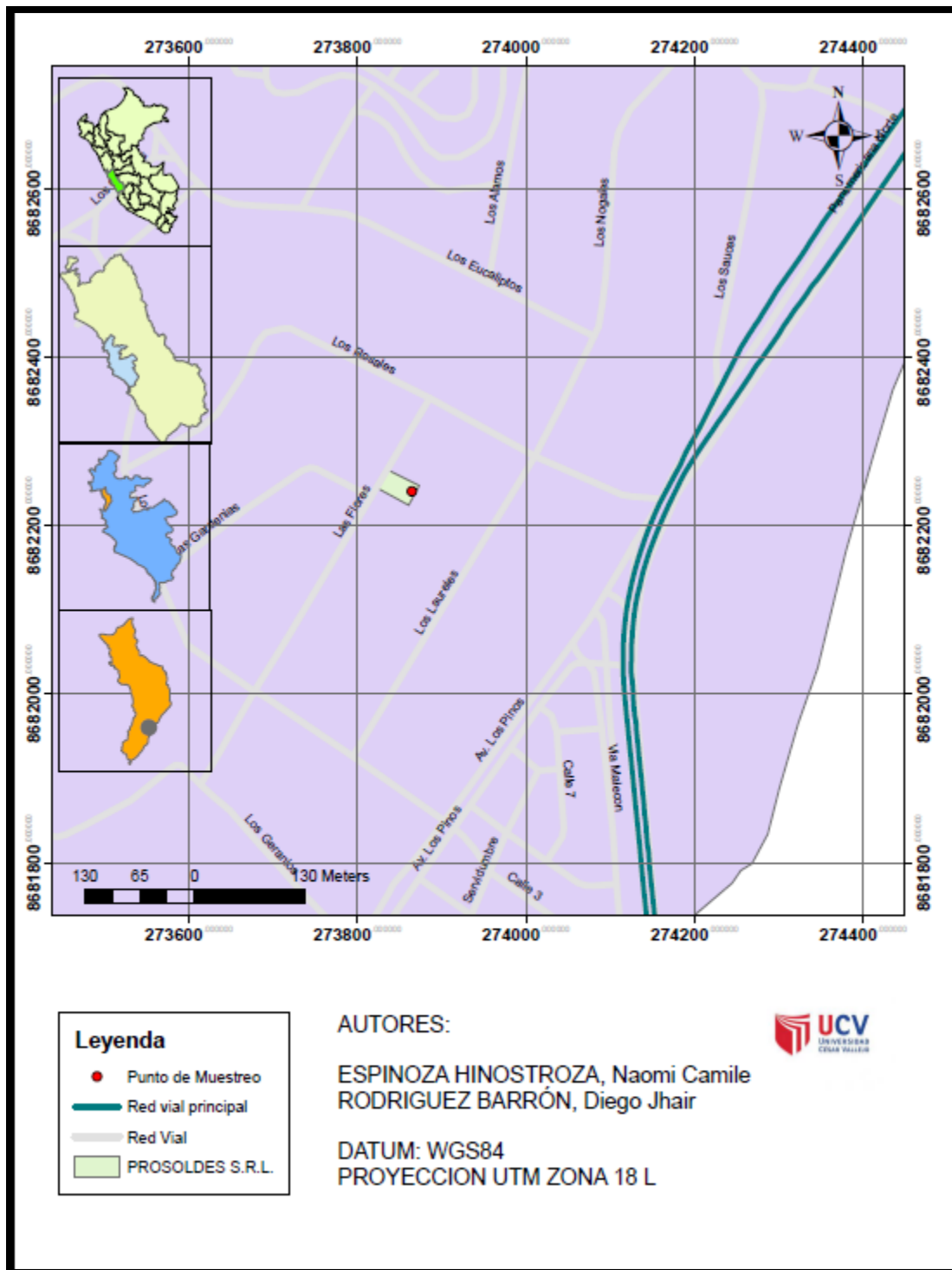


Figura N° 2: Mapa de ubicación de la zona del muestreo

## Muestra

La muestra fue de tipo no probabilístico intencional, a conveniencia de los investigadores. La misma que consistió: de 15 litros.

Las mismas que se distribuyen de la manera siguiente:

- 3.750 litros como muestra inicial (control)
- 3.750 litros para el Biofiltro 1 (zeolita y *Chlorella vulgaris*)
- 3.750 litros para el Biofiltro 2 (zeolita y *Chondrus crispus*)
- 3.750 litros para el Biofiltro 3 (zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Chondrus crispus*)



Figura N° 3: Recipientes de muestreo

## Toma de muestra inicial (control)

Las muestras fueron recolectadas en 3 tipos de recipientes de muestreo, los cuales son: Muestra tipo A, (Cromo y Plomo – 500 ml) muestra tipo B (pH, conductividad eléctrica, sulfatos y cloruros – 500ml) y muestra tipo C (sulfuros – 250ml) siendo recolectados, antes del empleo de los biofiltros de Zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Chondrus crispus*, 3 veces por intervalos de 5 minutos. El proceso de recolección de las muestras fue de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016), del mismo modo se aplicó para la rotulación de las muestras el nombre, hora, tipo (A, B, C) y el nombre

de la persona que realizó el muestreo. Así mismo se aplicó para la cadena de custodia.



*Figura N° 5: Punto de muestreo - Muestra control*



*Figura N° 4: Acciones pre muestreo*

### **Toma de muestra final**

El efluente, luego su tratamiento por los biofiltros, se recolectó en forma de muestras tipo A, B y C; con una repetición de 3 veces en intervalos de 5 minutos por cada uno de los biofiltros mencionados, de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016), del mismo modo se aplicó para la rotulación y la cadena de custodia.



*Figura N° 6: Muestras rotuladas y preservadas*

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2015) indican que la técnica de observación se basa en la formulación de un registro sistemático, válido y confiable en relación al estudio realizado, precisamente hablando sobre comportamientos o conductas que se aprecian en el momento de la investigación. Se utilizó la técnica de la observación para evaluar la eficiencia de los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* para la descontaminación de efluentes industriales, es por ello que la presente investigación es experimental en la cual el recojo de data será determinada por el investigador, debido a la manipulación de las variables

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Ficha de registro N°. 1 – Concentración para la muestra inicial: Este instrumento se destinó para la recolección de datos en relación a las concentraciones de los parámetros a evaluar en la muestra inicial.

Ficha de registro N°. 2 – Concentración para la muestra final: Este instrumento se destinó para la recolección de datos en relación a las concentraciones de los parámetros a evaluar en la muestra final.

Ficha de registro N°.3 – Comparación de muestras: Este instrumento se destinó para la recolección de datos en relación a la diferencia de concentraciones de los parámetros a evaluar luego de usar los Biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*

Ficha de registro N°. 4 – Composición de biofiltros: Este instrumento se destinó para para la recolección de datos en relación a los componentes de cada biofiltro y sus condiciones de operación respectivamente.

## Validez y confiabilidad

La obtención de validez de los instrumentos, fue gracias a expertos, los cuales evaluaron y dieron un valor de % de validez.

**Tabla 5:** Validación de instrumentos por expertos

	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3
Apellidos y Nombres	Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales	Ing. Vicuña Huaman, Rosario Elizabeth	Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio
Centro de labores	Universidad César Vallejo	Municipalidad Distrital de El Agustino	Universidad César Vallejo
CIP N.º	71998	204740	89972

Fuente: Elaboración propia

La confiabilidad consiste en recolectar resultados muy similares o idénticos en repetidas ocasiones, es decir que, los métodos a utilizar dan como resultado data similar en cada repetición que se aplique en la investigación, es por ello que es confiable. (Campos, 2015)

## 3.5. Procedimientos

### Cultivo de microalga *Chlorella Vulgaris*

La condición del cultivo debe cumplir ciertas condiciones, como: Temperatura a nivel estándar (20°C aproximadamente), Lúmenes (1250 intensidad de luz) y aireación,

estas tres condiciones son necesario para lograr el cultivo. Debido a ello se adquirieron los siguientes equipos e insumos:

Tabla 6: Materiales para el óptimo cultivo de la micro alga *Chlorella vulgaris*

Material	Función
Llave reguladora de aire	Regulador del flujo de aire emitido por la bomba de aire.
Manguera de silicona atóxica	Realización de la aireación y agitación del medio de cultivo.
Bomba de aire Marina 300	Aireación constante para el crecimiento de la microalga
Lampara con foco de 1650 Lumens	Iluminación del medio de cultivo
Bayfolan	Abono foliar para su alimentación
Tubo para centrífugas	Medición dosis de Bayfolan
Papel aluminio	Sellar la superficie del sistema
Cooler para laptop	Conservación optima del cultivo
Tubos de plástico PP	Conexión de sistema de aireación con el recipiente del cultivo del alga.

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 8: Tubo para centrífugas  
Medición dosis de Bayfolan



Figura N° 7: Manguera de silicona atóxica





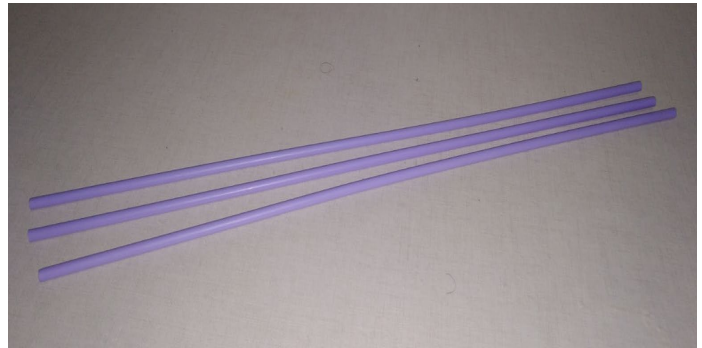
*Figura N° 9: Lampara con foco de 1650 lumens iluminación del medio de cultivo*



*Figura N° 10: Bayfolan - Abono foliar para alimentación de Chlorella vulgaris*



*Figura N° 12: Papel aluminio*



*Figura N° 11: Tubos de plástico PP*





*Figura N° 13: Cooler para laptop*

Luego de obtener los equipos e insumos necesarios, se procedió a ensamblar el sistema antes mencionado conectando: bomba de aire, porción de manguera de silicona atóxica, llave reguladora de aire, porción de manguera de silicona atóxica y tubos de plástico PP. Así mismo se realiza el trasvase de la microalga contenido en recipiente 1 (Figura N° 14 y 15) en el cual fue recepcionado, hacia el recipiente en el cual se realizó el cultivo (Figura N° 16) el cual cuenta con 6ml de Bayfolan (Figura N° 15) y 1 lt de agua desionizada adicional. Seguidamente se conecta el sistema con el nuevo contenedor contenedor de la microalga. (Figura N° 18), Este sistema es sellado con algodón estéril, cinta teflón ½" y de manea externa con papel aluminio.



**Figura N° 15:** Contenedor inicial de microalga *Chlorella Vulgaris*



**Figura N° 14:** Contenedor inicial de microalga *Chlorella Vulgaris*



**Figura N° 16:** Medida de Bayfolam



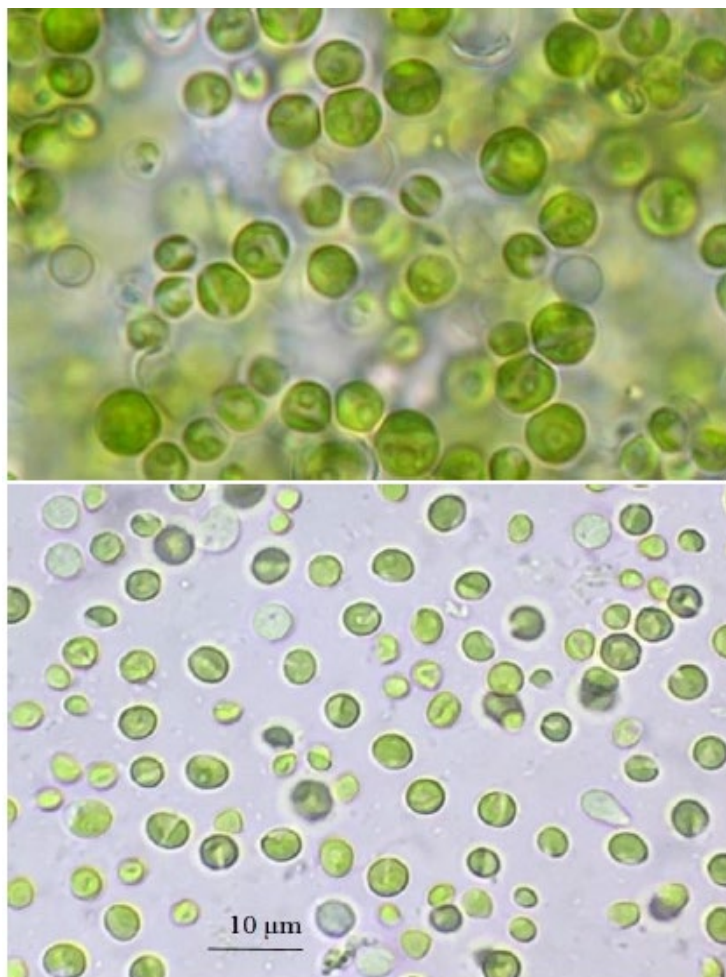
**Figura N° 17:** Recipiente de cultivo de microalga



*Figura N° 18: Sistema de aireación conectado con contenedor para el cultivo de la microalga Chlorella Vulgaris*

### **Proceso de cultivo de microalga *Chlorella Vulgaris***

Para realizar el proceso de cultivo se tomó en consideración la población inicial de la microalga y sus características al momento de la entrega. (Figura N° 19 y Tabla N° 9).



**Figura N° 19:** Vista de la Micro alga en laboratorio – 400x

**Tabla 7.** Condiciones iniciales de la microalga *Chlorella vulgaris*

Descripción – CEPA UTEX 385	
Phylum	<i>Chlorophyta</i>
Clase	<i>Trebouxiophyceae</i>
Orden	<i>Chlorellaceae</i>
Género	<i>Chlorella</i>
Especie	<i>Chlorella vulgaris</i>
Condición de cultivo:	Bayfolan
Rango de Temperatura óptimo:	15°C – 25°C
Rango de luz óptima:	1000 a 5000 LUX/ Lúmenes
Tamaño Celular:	2 µm a 11 µm aprox.
Densidad Celular en 100 ml:	5*10 <sup>5</sup> cel/ml

**Fuente:** AQUATIC HOPE



El Sistema de aireación se utilizó conjuntamente con la lampara con foco de 1650 lúmenes, para brindar la cantidad optima de luz durante todo cultivo. Así mismo el cooler de laptop para lograr mantener la temperatura optima (15°C – 25°C) dentro del sistema, esto debido a que la utilización de un foco de esas características genera cierta cantidad de calor que podría ser perjudicial para el cultivo. (Figura N° 20)



*Figura N° 20: Medio de cultivo instalado y funcional*

Al cabo de 7 dias y verificando el proceso de desarrollo del cultivo de la microalga se procedió a realizar el segundo trasvase hacia un envase de 7 litros instalando el sistema de aireación con el mismo proceso indicado anteriormente logrando su correcta funcionalidad, llevando el cultivo a un volumen de 4 litros. (Figura N° 21)



Figura N° 21: Segundo trasvase de microalga *Chlorella vulgaris*

Al cabo de 14 días del proceso y verificando su desarrollo, el cultivo de la microalga logro un volumen de 4 litros y se procedió a realizar el complemento de agua desionizada y Baylofan (Figura N° 22), logrando un total de 8 litros esperados de cultivo de la microalga. Así mismo se instala el sistema de aireación con el mismo proceso indicado anteriormente logrando su correcta funcionalidad.



Figura N° 22: 8 litros de cultivo de micro alga *Chlorella vulgaris*

Al cabo de 21 días del proceso y verificando su desarrollo, se logró obtener el volumen esperado de cultivo (8 lt), contando con una cantidad de  $6 \times 10^5$  cel x ml de microalga *Chlorella Vulgaris* contadas mediante cámara de Neubaur (Figura N° 23 y 24). Las cuáles serán utilizadas en los biofiltros 2 y 3.

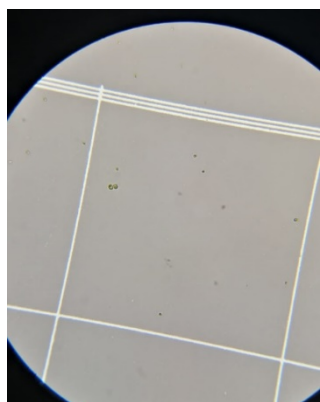


Figura N° 24: Vista Cámara Neubaur-vista 10x

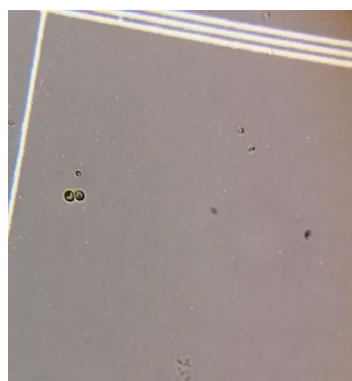


Figura N° 23: Vista Cámara Neubaur-vista 40x

### **Obtención de la macroalga *Chondrus crispus***

La obtención de la macro alga *Chondrus crispus* fue mediante un proveedor el cual proporciono 1kg de la macroalga fresca, la cual fue hidratada para su uso en los Biofiltros N° 2 y 3.



Figura N° 25: Macro alga *Chondrus crispus*



## Ensamblaje de biofiltros

Los biofiltros de Zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*, tiene la misma estructura, comenzando con el relleno de los contenedores usados para el soporte del filtro con grava como material (Figura N° 26)



Figura N° 26: Grava como soporte de biofiltros

Posteriormente se añadió la mineral zeolita (Figura N° 27) de manera uniforme el cual será el núcleo del filtro., cabe resaltar que la zeolita consta de un tamaño de 0.5 a 1 mm.



Figura N° 27: Zeolita como núcleo de biofiltros

Los procesos mencionados en los puntos anteriores se repitieron 2 veces, para cada biofiltro.

#### Biofiltro 1:

Se utilizó 15 kilos de zeolita y 3 litros *Chlorella vulgaris* (Figura N° 30), la microalga de manera natural se aloja en los orificios de la zeolita formando la primera combinación entre los componentes.



Figura N° 28: Inserción de microalga *Chlorella vulgaris*



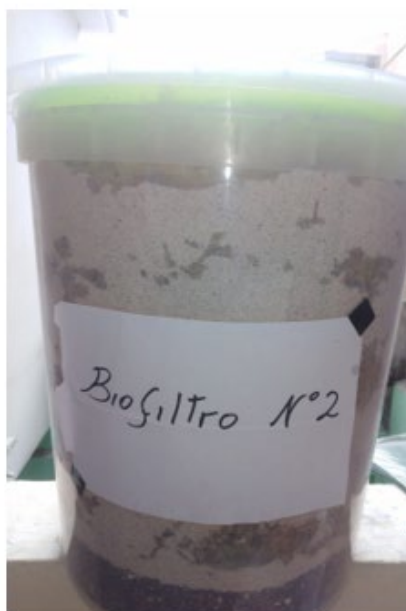
Figura N° 29: Dosificación de microalga *Chlorella vulgaris*



Figura N° 30: *Biofiltro N° 1*

### Biofiltro 2:

Se utilizó 15 kilos de zeolita y 0.250 kilos de 40 unidades de la macro alga *Chondrus crispus* agrupados en capas diferentes dentro del biofiltro, formando la segunda combinación entre los componentes (Figura N° 31).

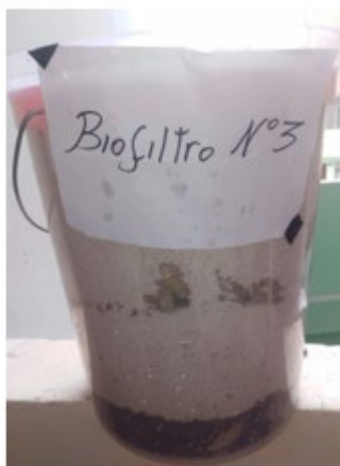


Macro alga  
*Chondrus crispus*

Figura N° 31: Biofiltro N° 2

### Biofiltro 3:

Se empleó el uso de zeolita 15, la micro alga *Chlorella Vulgaris* y la macro alga *Chondrus crispus* en la cantidad de 3 litros como volumen, y 20 cantidad de especies con un peso de 0.125 kilos. Respectivamente formando la tercera y última combinación entre los componentes (Figura N° 32).



Macro alga  
*Chondrus crispus*

Figura N° 32: Biofiltro N° 3

Así mismo, en cada biofiltro se instaló una placa difusora para que esta disperse de manera uniforme el efluente a tratar en todo el biofiltro. (Figura N°33)



Figura N° 33: Placa difusora

### Uso de biofiltros

Tomando en consideración la prueba a condiciones reales, se implementaron los biofiltros de zeolita, *Chlorella Vulgaris* y *Chondrus crispus* con la diferencia en relación al uso de sus componentes. El primer biofiltro se utilizó zeolita y *Chlorella Vulgaris*. El segundo biofiltro se utilizó la combinación de zeolita y *Chondrus crispus*. Y el tercer filtro se utilizó la combinación de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Chondrus crispus*. Cabe resaltar que todos los biofiltros presentaron en la base una capa de grava para prevenir que el medio filtrante escape y/o bloquee la salida del biofiltro.



Figura N° 34: Biofiltros N°1, 2 y 3

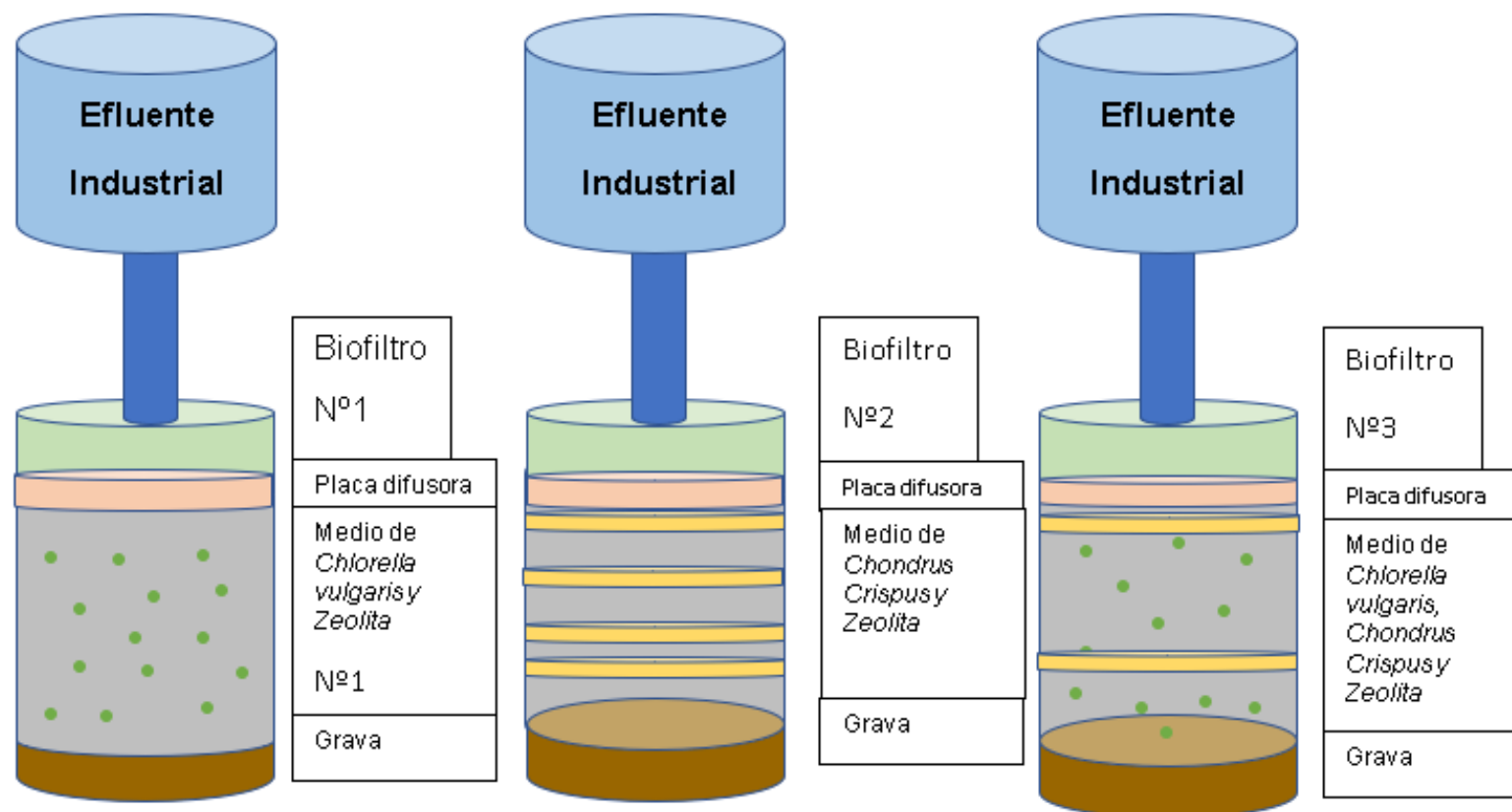


Figura N° 35:Elaboración de Biofiltros



Figura N° 36: Diagrama de flujo

Cada biofiltro tuvo 3 repeticiones, generando por ello, en total, 3 muestras tipo A, 3 muestras tipo B y 3 muestras tipo C, para poder realizar los análisis correspondientes y generar con ello el promedio muestral para cada biofiltro.

La eficiencia se estimó en porcentaje, tomando como génesis la muestra inicial (control). Y comparándose con el resultado ya promediado de la muestra final (en relación a cada biofiltro elaborado). Esta comparación generó una diferencia la cual mostrará según fórmula de eficiencia el porcentaje de reducción de cada parámetro a tratar.

Asimismo, se tuvo como guía de análisis lo formulado por el laboratorio con respecto al análisis de las muestras siguiendo:

- pH – potenciométrico / medidor de pH

El pH, que es una medida aceptada de acidez o alcalinidad, se determina mediante el cambio en el potencial de los electrodos, medidos con aparatos comerciales estandarizados contra soluciones tampón estándar cuyos valores de pH son asignados por NIST. Norma de referencia (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method)

- Cloruros - Colorimétrico automatiza

El ion tiocianato (SCN) se libera del tiocianato mercuríco mediante el secuestro de mercurio por el ion cloruro para formar cloruro mercuríco no ionizado. En presencia de ion férrico, el SCN liberado forma un tiocianato férrico de gran coloración en una concentración proporcional a la concentración de cloruro original. La medición del complejo coloreado se realiza utilizando un espectrofotómetro automático. Norma de referencia (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.)



- Conductividad – Método electrométrico/potenciómetro  
Este método de prueba utiliza celdas de conductividad de tipo inmersión o tipo tubería para analizar muestras estáticas, que tienen conductividades en el rango de 10 - 200,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  También se proporcionan métodos de corrección y control de temperatura. Norma de referencia (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method)
- Sulfatos - Determinación por cromatografía iónica (IC) en fase líquida.  
Se introduce un pequeño volumen de muestra, típicamente 50-100  $\mu\text{L}$ , en un cromatógrafo de iones. Los aniones de interés se separan y miden mediante un sistema compuesto por una columna de protección, una columna separadora, un dispositivo supresor y un detector de conductividad. Norma de referencia (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method)
- Sulfuros - Espectroscopía (colorimetría; fotometría) (INACAL)  
El sulfuro en una muestra reacciona con dimetil-p-fenilendiamina (p-aminodimetil anilina) en presencia de cloruro férrico para producir azul de metileno, un tinte que se mide con un colorímetro. El método es efectivo para la medición de sulfuro hasta concentraciones con un límite de hasta 20 mg / l. Norma de referencia (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S<sub>2</sub><sup>-</sup> D ,23rd Ed.2017 Sulfide. Methylene Blue Method)
- Cromo - Determinación por espectrofotometría de absorción atómica (INACAL)  
El cromo se determina mediante espectrofotometría de absorción atómica junto con un horno de grafito que contiene un tubo y una plataforma recubiertos pirolíticamente y será expresada en Unidades (mg/L). Norma de referencia (EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry)

- Plomo - Determinación por espectrometría de absorción atómica (INACAL)  
El plomo se determina mediante espectrofotometría de absorción atómica junto con un horno de grafito la muestra se evapora a sequedad, se carboniza y se atomiza usando rampas de alta temperatura. La señal de absorción producida durante la atomización se registra y se compara con los estándares y será expresada en Unidades (mg/L). Norma de referencia (EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry)

### **3.6. Método de análisis de datos**

Debido a la misma naturaleza de la investigación, esta generó información tanto en el campo como en análisis, por lo que dicha data fue procesada en una hoja de cálculo (Excel). Así mismo el análisis de la data tanto de manera inferencial y/o descriptivo, realizado mediante la aplicación del programa estadístico STATA, ayudando, del mismo modo, a la verificación y evaluación de hipótesis planteadas en el proyecto en mención. (Álvarez, 2007)

La data a analizada fue expuesta bajo los procesos estadísticos: Normalidad (Shapiro – Wilk) y Anova, los cuales mostrarán la condición de normalidad (para datos menores de 30), análisis de la varianza respectivamente ANOVA, y comparación múltiple (prueba de Bonferroni)

### **3.7. Aspectos éticos**

La veracidad de los análisis y resultados mostrados en la presente investigación se realizaron con técnicas e instrumentos que garantizan la obtención de resultados verídicos gracias a su validación, otorgando la garantía correspondiente. Del mismo modo la propiedad intelectual de investigaciones, artículos y revistas científicas, las cuales corresponden a los autores, serán respetadas gracias a las citas bibliográficas formuladas conforme a la guía ISO-690

Los principios éticos serán tomados en cuenta durante la investigación, del mismo modo se respetarán las normas, protocolos, leyes u otros oficios políticos que estén relacionados con el desarrollo de la presente, conforme estipulado en la Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV, de acuerdo a la investigación de la Universidad Cesar Vallejo, lo cual será subido por el software Turnitin verificando en a de contenido original.

Así mismo, se cumple en la Guía de Productos de Investigación 2020, los lineamientos designados por el vicerrectorado de investigación de la Universidad Cesar Vallejo

#### IV. RESULTADOS

##### Resultados descriptivos

Según los objetivos planteados en el trabajo de investigación se obtuvieron estos resultados, tomando en consideración los datos presentados de la muestra control (antes de uso de los biofiltros – Tabla N°10), la cual presenta los siguientes resultados:

**Tabla 8.** Resultados de muestra control

		MUESTRA CONTROL			PROMEDIO
		1	2	3	
PARÁMETROS	Sulfatos (mg/L)	588	575	597	586.6666667
	Conductividad uS/cm	9150	9670	9650	9490
	Plomo (mg/L)	mg/L 1.189	1.118	1.047	1.118
	Cloruros (mg/L)	351	355	353	353
	Cromo (mg/L)	2.583	2.641	2.563	2.59566667
	pH	2.49	2.48	2.46	2.47666667
	Sulfuro (mg/L)	1.025	1.015	1.019	1.01966667

- a) Determinar la eficiencia de los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* en la Descontaminación de Efluentes Industriales, Puente Piedra, 2021

En la tabla N° 11 se observa la eficiencia de los biofiltros, después de su tratamiento para la reducción de los parámetros: sulfatos, conductividad, plomo, cloruros , cromo, pH y sulfuros, a través de la fórmula de eficiencia contrastando los promedios muestrales se obtiene:

$$E = \left( \frac{C_i - C_f}{C_i} \right) \times 100\%$$

**Tabla 9.** Comparación de eficiencia en la descontaminación por los biofiltros

Parámetros	Eficiencia Biofiltro N° 1	Eficiencia Biofiltro N° 2	Eficiencia Biofiltro N° 3
Sulfatos (mg/L)	41.64%	42.28%	47.61%
Conductividad (uS/cm)	60.56%	54.47%	60.76%
Plomo (mg/L)	91.94%	4.29%	98.21%
Cloruros (mg/L)	37.48%	42.68%	35.78%
Cromo (mg/L)	44.90%	37.58%	56.07%
pH	6.74	5.77	6.78
Sulfuro (mg/L)	99%	99%	99%

La eficiencia de los tratamientos con los Biofiltros 1 (Zeolita y *Clorella vulgaris*), Biofiltro 2 (Zeolita y *Chondrus Cripus*) y Biofiltro 3 (Zeolita, *Clorella vulgaris* y *Chondrus Cripus*), da como resultado que en el primer biofiltro se redujo los parámetro de Sulfatos (41.64%), Conductividad (60.56%), Plomo (91.94%), Cloruros (37.48%), Cromo (44.90%), estabilización de pH a 6.74 y Sulfuros (99%), en el segundo biofiltro se redujo los parámetro de Sulfatos (40.28%), Conductividad (54.47%), Plomo (4.29%), Cloruros (42.68%), Cromo (37.58%), estabilización de pH a 5.77 y Sulfuros (99%), en el tercer biofiltro se redujo los parámetro de Sulfatos (47.61%), Conductividad (60.76%), Plomo (98.91%), Cloruros (35.78%), Cromo (56.07%), estabilización de pH a 6.78 y Sulfuros (99%).

- b) Determinar las Condiciones de operación de los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* para la descontaminación de efluentes industriales.

En el tabla N° 12 se observa las condiciones de operación en el Biofiltro 1 (Zeolita y *Chlorella vulgaris*), durante el procedimiento.

**Tabla 10.** Condiciones de operación del biofiltro N° 1

Condiciones de operación	Indicadores	Resultado
Características físicas	Largo	39 cm
	Diámetro	32
	Altura	38.3 cm
	Volumen	23.1Lt
<i>Chlorella vulgaris</i>	Volumen de cultivo	3 lt.
	Cantidad de especies por volumen	$6 \times 10^5$ cel/ml
<i>Chondrus crispus</i>	Cantidad de especies	-
	Peso de especies	-
Zeolita	Granulometría	0.5-1.5mm
Placa difusora	Área	706.86 cm <sup>2</sup>
	Orificios por cm <sup>2</sup>	5
Proceso	Tiempo	90 min
	Caudal	2.7 ml/s

Las condiciones de operación en el Biofiltro 1, se basó en las características físicas: largo, diámetro, altura y volumen (39 cm, 32 cm, 38.3 cm y 23.1 litros respectivamente), para la Microalga *Chlorella vulgaris* el volumen de cultivo fue de 3 litros, y cantidad de especies por volumen es  $6 \times 10^5$  cel/ml, la zeolita de granulometría de 0.5-1.5mm; placa difusora de área (706.86 cm<sup>2</sup>), orificios de 5 cm<sup>2</sup> y en el proceso, el tiempo fue de 90 minutos y caudal de 2.7 ml/s. No se consideró utilizar la macro alga *Chondrus crispus* en el biofiltro 1.

En el tabla N° 13 se observa las condiciones de operación en el Biofiltro 2 (Zeolita y *Chondrus crispus*), durante el procedimiento.

**Tabla 11.** Condiciones de operación - Biofiltro N° 2

Condiciones de operación	Indicadores	Resultado
Condiciones físicas	Largo	39 cm
	Ancho	32 cm
	Altura	38.3 cm
	Volumen	23.1Lts
<i>Chlorella vulgaris</i>	Volumen de cultivo	-
	Cantidad de especies por volumen	-
Chondrus crispus	Cantidad de especies	40 unid.
	Peso de especies	0.250 Kg
Zeolita	Granulometría	0.5-1.5mm
Placa difusora	Area	706.86 cm <sup>2</sup>
	Orificios por cm <sup>2</sup>	5
Proceso	Tiempo	120 min
	Caudal	2.08 ml/s

Las condiciones de operación en el Biofiltro 2, se elaboró de acuerdo a las características físicas: largo, diámetro, altura y volumen (39 cm, 32 cm, 38.3 cm y volumen de 23.1 litros), para la macroalga Chondrus crispus, la cantidad de especies es 40 unidades, el peso de especies 0.250 kg; la zeolita de granulometría de 0.5-1.5mm; placa difusora de área (706.86 cm<sup>2</sup>), orificios de 5 cm<sup>2</sup> y en el proceso, el tiempo fue de 120 minutos y caudal de 2.08 ml/s. No se consideró utilizar la micro alga *Chlorella vulgaris* en el biofiltro 2

En el tabla N° 14 se observa las condiciones de operación en el Biofiltro 2 (Zeolita, Chlorella vulgares y Chondrus crispus), durante el procedimiento.

**Tabla 12.** Condiciones de operación - Biofiltro N° 3

Condiciones de operación	Indicadores	Resultado
Condiciones físicas	Largo	39 cm
	Ancho	32 cm
	Altura	38.3 cm
	Volumen	23.1Litros
<i>Chlorella vulgaris</i>	Volumen de cultivo	3 litros
	Cantidad de especies por volumen	$6 \cdot 10^5$ cel/ml
<i>Chondrus crispus</i>	Cantidad de especies	20 unid.
	Peso de especies	0.125 kg.
Zeolita	Granulometría	0.5-1.5mm
Placa difusora	Área	706.86 cm <sup>2</sup>
	Orificios por cm <sup>2</sup>	5
Proceso	Tiempo	105 min
	Caudal	2.33 ml/s

Las condiciones de operación en el Biofiltro 3, se elaboró de acuerdo a las características físicas: largo, diámetro, altura y volumen (39 cm, 32 cm, 38.3 cm y 23.1 litros respectivamente), para la Microalga *Chlorella Vulgaris* el volumen de cultivo fue de 3 litros, y cantidad de especies por volumen es  $6 \cdot 10^5$  cel/ml; la macroalga *Chondrus crispus* la cantidad de especies es 20 unidades, el peso de especies 0.125 kg; la zeolita de granulometría de 0.5-1.5mm; placa difusora de área (706.86 cm<sup>2</sup>), orificios de 5 cm<sup>2</sup> y en el proceso el tiempo fue de 105 minutos y caudal de 2.33 ml/s.



En el tabla N°15 se observa la característica física en los Biofiltro 1 (Zeolita -Chorella vulgares), Biofiltro 2 (Zeolita-Chondrus crispus) y Biofiltro 3 (Zeolita -Chorella vulgares, Chondrus crispus) durante el procedimiento.

- c) Determinar la característica física de los efluentes industriales al término del tratamiento por los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* que permitan su reutilización.

**Tabla 13.** Característica física de efluentes industrial término del tratamiento

		Biofiltros									PROMEDIO		
		BF1	BF1	BF1	BF2	BF2	BF2	BF3	BF3	BF3	BF1	BF2	BF3
PARAMETROS	Conductividad eléctrica (uS/cm)	3578	3880	3770	4570	4320	4070	3820	3700	3650	3742.66	4320.00	3723.33

El promedio de los resultados en relación a la característica física de conductiva eléctrica luego del uso de los Biofiltros es: Biofiltro 1 3742.66 uS/cm, Biofiltro 2 4320.00 uS/cm y Biofiltro 3 3723.33 uS/cm. Lo anterior se compara con el ECA de agua tipo III (Riego de vegetales), lo cual permitirá evaluar si es posible la reutilización de los efluentes industriales.

En el tabla N° 16 se observa la característica físicas en los Biofiltro 1 (Zeolita -Chorella vulgares), Biofiltro 2 (Zeolita-Chondrus crispus) y Biofiltro 3 (Zeolita -Chorella vulgares, Chondrus crispus) durante el procedimiento.

- d) Determinar las características químicas de los efluentes industriales al término del tratamiento por los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus* que permitan su reutilización.

**Tabla 14.** Características químicas del efluente industrial al término del tratamiento

		Biofiltros									PROMEDIO		
		BF1	BF1	BF1	BF2	BF2	BF2	BF3	BF3	BF3	BF1	BF2	BF3
PARAMETROS	Sulfatos (mg/L)	357	354	316	344	331	337	310	309	303	342.33	337.33	307.33
	Plomo (mg/L)	0.088	0.085	0.089	1.065	1.072	1.060	0.023	0.018	0.02	0.09	1.07	0.02
	Cloruros (mg/L)	225	215	222	201	202	204	231	221	228	220.67	202.33	226.67
	Cromo (mg/L)	1.4080	1.3690	1.5240	1.8160	1.5050	1.5440	1.1550	1.0780	1.1940	1.43	1.62	1.14
	Ph	6.74	6.73	6.75	5.77	5.74	5.79	6.79	6.76	6.78	6.74	5.77	6.78
	Sulfuro < (mg/L)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

El promedio de los resultados en relación a las características químicas de los efluentes luego del uso de los biofiltros son de: Biofiltro 1 sulfatos (342.33 mg/L), plomo (0.09 mg/L), cloruros (220.67 mg/L), cromo (1.43 mg/L), pH estabilización a 6.74 y sulfuros >0.005 mg/L ; Biofiltro 2 sulfatos (337.33 mg/L), plomo (1.07 mg/L), cloruros (202.33 mg/L), cromo (1.62 mg/L), pH estabilización a 5.77 y sulfuros >0.005 mg/L. y en el Biofiltro 3 sulfatos (307.33 mg/L), plomo (0.02 mg/L), cloruros (226.67 mg/L), cromo (1.14 mg/L), pH estabilización a 6.78 y sulfuros >0.005 mg/L, lo anterior se compara con el ECA de agua tipo III (Riego de vegetales), lo cual permitirá evaluar si es posible la reutilización de los efluentes industriales.

### Resultados inferenciales

Se aplicó la estadística inferencial para realizar el contraste de las hipótesis en relación a los parámetros analizados.

Se procedió a evaluar dichos resultados, ya presentados en cumplimiento de sus condiciones de aplicación correspondiente a pruebas estadísticas como: normalidad (Shapiro Wilk), análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones múltiples (Bonferroni).

### Parámetro: Conductividad

#### a. Normalidad

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Los datos tienen una distribución normal

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Los datos no tienen una distribución normal

**Tabla 15. Prueba de normalidad - Conductividad -Biofiltro N° 1**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
conductividad	3	0.97601	0.358	-0.533	0.703033

En la tabla N° 17 muestra los datos analizados en el parámetro de conductividad tratado con el Biofiltro N° 1 (Zeolita- *Clorella vulgaris*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 16. Prueba de normalidad - Conductividad -Biofiltro N° 2**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
conductividad	3	1	0	-4.784	1.0000

En la tabla N° 18 muestra los datos analizados en el parámetro de conductividad tratado con el Biofiltro N° 2 (Zeolita- *Chondrus crispus*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 17. Prueba de normalidad - Conductividad -Biofiltro N° 3**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
conductividad	3	0.94651	0.799	-0.136	0.5542

En la tabla N° 19 muestra los datos analizados en el parámetro de conductividad tratado con el Biofiltro N° 3 (Zeolita- *Clorella vulgaris* Chondrus crispus); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

b. Análisis de varianza

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Las medias poblacionales son iguales ente si

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Al menos 2 medias poblacionales son distintas

**Tabla 18.** Análisis ANOVA – conductividad

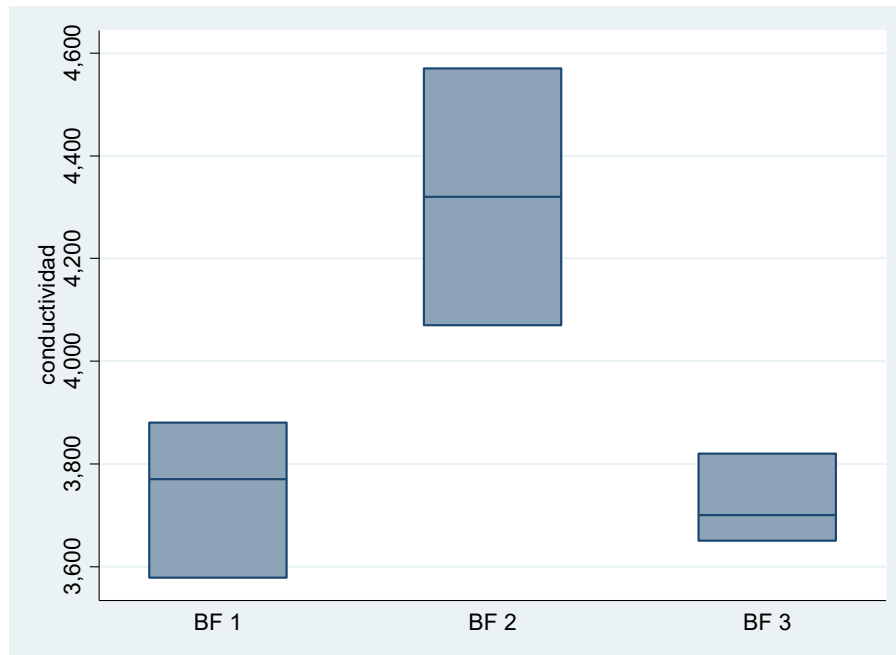
Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob> F
Between groups	68968.667	2	34484.333	11.07	0.0097
Within groups	186989.333	6	31164.8889		
Total	876688	8	109586		

Bartlett's test for equal variances: chi 2 (2) =1.6349      Prob>chi 2= 0.442

En la tabla N° 20 muestra los datos analizados en el parámetro de conductividad tratados por los Biofiltros de (Zeolita, *Chlorella vulgaris* y Chondrus crispus); los datos analizados muestran homogeneidad de varianzas, gracias a la prueba de Bartelle, validando el test ANNOVA, el cual muestra un nivel de significancia menor a 0.05 lo cual rechaza la hipótesis nula, e indicando que existe una diferencia significativa al menos entre dos medias poblacionales.

c. Comparación múltiple

*Figura N° 37: Comparación entre medias - conductividad*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 19. Prueba Bonferroni - Conductividad**

Comparison of conductivity by  
Biofiltros  
(Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	BF 1	BF 2
BF 2	577.333 0.021	
BF 3	-19.333 1.00000	-596.667 0.018

En la Figura N° 37 y la tabla N° 21 – Prueba de Bonferroni, se observa la diferencia entre las medias poblaciones, así como la diferencia de los

resultados entre cada tipo de Biofiltros. Detallando que entre los Biofiltros 1 y 2, así como 2 y 3 existen diferencias significativas comprobado por el p valor menor a 0.05 en la prueba de Bonferroni respectivamente.

### Parámetro: Sulfatos

#### a. Normalidad

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Los datos tienen una distribución normal

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Los datos no tienen una distribución normal

**Tabla 20.** Prueba de normalidad - Sulfatos - Biofiltro N° 1

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
sulfatos	3	0.80456	2.918	1.148	0.12541

En la tabla N°22 muestra los datos analizados en el parámetro de sulfato tratado con el Biofiltro N° 1 (Zeolita- *Clorella vulgaris*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 21.** Prueba de normalidad - Sulfatos - Biofiltro N° 2

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
sulfatos	3	0.99803	0.029	-1.374	0.91524

En la tabla N°23 muestra los datos analizados en el parámetro de sulfato tratados con el Biofiltro N° 2 (Zeolita- *Chondrus crispus*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 22. Prueba de normalidad - Sulfatos - Biofiltro N° 3**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
sulfatos	3	0.854645	2.17	0.665	0.25295

En la tabla N° 24 muestra los datos analizados en el parámetro de sulfato tratado con el Biofiltro N° 3 (Zeolita- *Clorella vulgaris* *Chondrus crispus*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

b. Análisis de varianza

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Las medias poblacionales son iguales ente si

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Al menos 2 medias poblacionales son distintas

**Tabla 23. Análisis Anova - Sulfatos**

Analysis of Variance

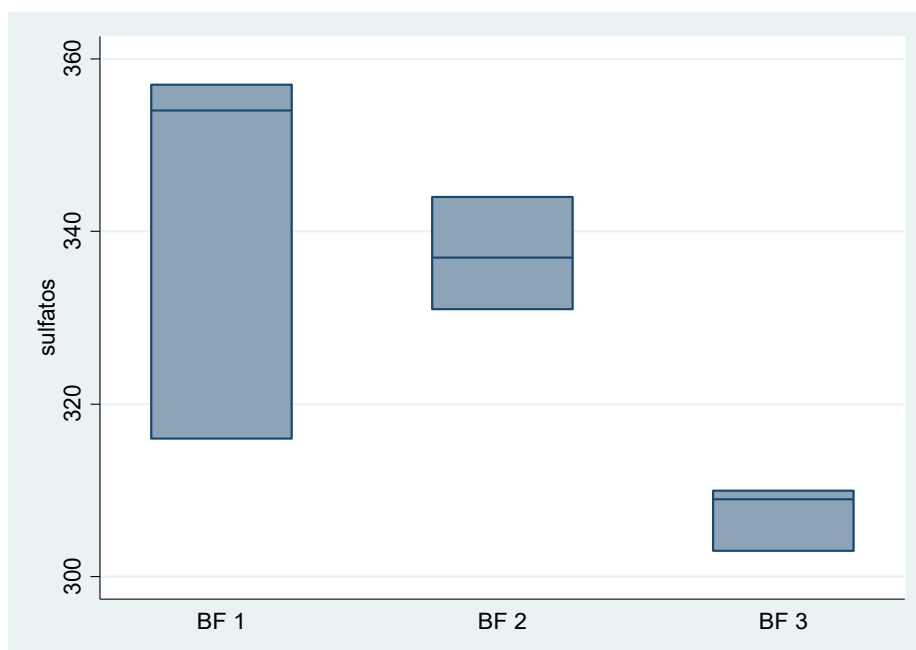
Source	SS	df	MS	F	Prob> F
Between groups	21.5	2	1075	5.57	0.0429
Within groups	1158	6	193		
Total	3308	8	413.5		
Bartlett's test for equal variances: chi 2 (2) =5.1081			Prob>chi 2= 0.078		



En la tabla N°25 muestra los datos analizados en el parámetro de sulfatos tratados por los Biofiltros de (Zeolita- *Clorella vulgaris* y *Chondrus crispus*); los datos analizados muestran homogeneidad de varianzas, gracias a la prueba de Bartelle, validando el test ANNOVA, el cual muestra un nivel de significancia menor a 0.05 lo cual rechaza la hipótesis nula, e indicando que existe una diferencia significativa al menos entre dos medias poblacionales.

c. Comparación múltiple

**Figura N° 38: Comparación entre medias - Sulfatos**



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 24. Prueba Bonferroni – Sulfatos**

Comparison of sulfatos by Biofiltros  
(Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	BF 1	BF 2
BF 2	-5 1.000	
BF 3	-35 0.06500	-30 0.115

En la Figura N° 38 y la tabla N°26 – Prueba de Bonferroni, no muestra diferencias significativas, debido a que el p valor en todos los casos es  $<0.05$ , indicando que no existe diferencias significativas entre las medias, caso contrario a lo indicado en análisis ANOVA.

### Parámetro: Plomo

#### a. Normalidad

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Los datos tienen una distribución normal

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Los datos no tienen una distribución normal

**Tabla 25.** Prueba de normalidad - Plomo -Biofiltro N° 1

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
Plomo	3	0.92308	1.148	0.092	0.46326

En la tabla N° 27 muestra los datos analizados en el parámetro de plomo tratado con el Biofiltro N° 1 (Zeolita- *Clorella vulgaris*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 26.** Prueba de normalidad - Plomo-Biofiltro N° 2

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
Plomo	3	0.99083	0.137	-0.903	0.81681

En la tabla N° 28 muestra los datos analizados en el parámetro de plomo tratado con el Biofiltro N° 2 (Zeolita- *Chondrus crispus*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resultado mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 27. Prueba de normalidad - Plomo -Biofiltro N° 3**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
Plomo	3	0.98684	0.196	-0.774	0.78045

En la tabla N° 29 muestra los datos analizados en el parámetro de plomo tratado con el Biofiltro N° 3 (Zeolita- *Clorella vulgaris* *Chondrus crispus*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resultado mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

b. Análisis de varianza

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Las medias poblacionales son iguales entre sí

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Al menos 2 medias poblacionales son distintas

**Tabla 28. Análisis ANOVA – Plomo**

Analysis of Variance

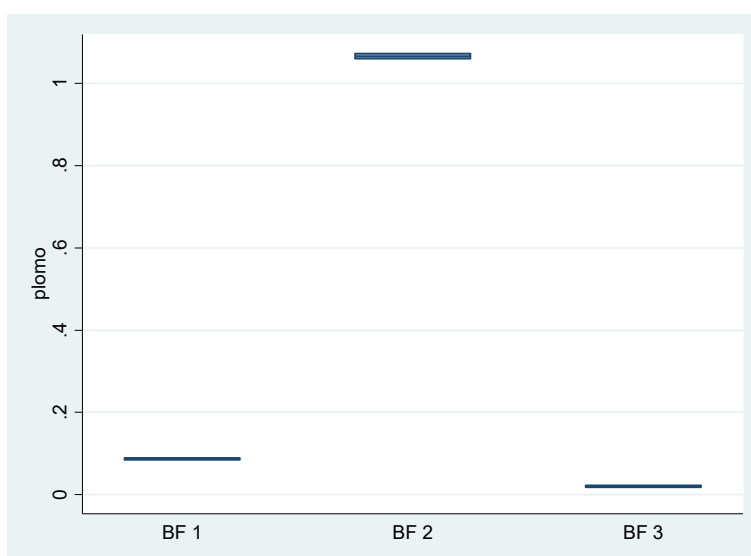
Source	SS	df	MS	F	Prob> F
Between groups	2.05434689	2	1.02717344	65564.26	0.0000
Within groups	0.94	6	15667		
Total	2.05444089	8	0.256805111		

Bartlett's test for equal variances: chi 2 (2) =2.2086      Prob>chi 2= 0.331

En la tabla N° 30 muestra los datos analizados en el parámetro plomo tratados por los Biofiltros de (Zeolita- *Clorella vulgaris* y *Chondrus crispus*); los datos analizados muestran homogeneidad de varianzas, gracias a la prueba de Bartelle, validando el test ANNOVA, el cual muestra un nivel de significancia menor a 0.05 lo cual rechaza la hipótesis nula, e indicando que existe una diferencia significativa al menos entre dos medias poblacionales.

c. Comparación múltiple

**Figura N° 39: Comparación entre medias – Plomo**



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 29. Prueba Bonferroni – Plomo**

Comparison of plomo by Biofiltros  
(Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	BF 1	BF 2
BF 2	0.978333 0.000	
BF 3	-0.67 0.00.	-1.04533 0

En la Figura N° 39 y la tabla N° 31 – Prueba de Bonferroni, se observa la diferencia entre las medias poblaciones, así como la diferencia de los resultados entre cada tipo de Biofiltros. Detallando que entre los Biofiltros 1, 2 y 3 existen diferencias significativas comprobado por el p valor menor a 0.05 en la prueba de Bonferroni respectivamente.

### Parámetro: Cloruros

#### 1. Normalidad

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Los datos tienen una distribución normal

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Los datos no tienen una distribución normal

**Tabla 30. Prueba de normalidad - Cloruros -Biofiltro N° 1**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
Cloruros	3	0.94937	0.756	-0.168	0.56654

En la tabla N° 32 muestra los datos analizados en el parámetro de conductividad tratado con el Biofiltro N° 1 (Zeolita- *Clorella vulgaris*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 31. Prueba de normalidad - Cloruros -Biofiltro N° 2**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
Cloruros	3	0.96429	0.5333	-0.35	0.6369

En la tabla N° 33 muestra los datos analizados en el parámetro de cloruros tratado con el Biofiltro N° 2 (Zeolita- Chondrus crispus); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 32. Prueba de normalidad - Cloruros -Biofiltro N° 3**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
Cloruros	3	0.94937	0.756	-0.168	0.56654

En la tabla N° 34 muestra los datos analizados en el parámetro de cloruros tratado con el Biofiltro N° 3 (Zeolita- Clorella *vulgaris* Chondrus crispus); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

## 2. Análisis de varianza

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Las medias poblacionales son iguales ente si

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Al menos 2 medias poblacionales son distintas

**Tabla 33. Análisis ANOVA – Cloruros**

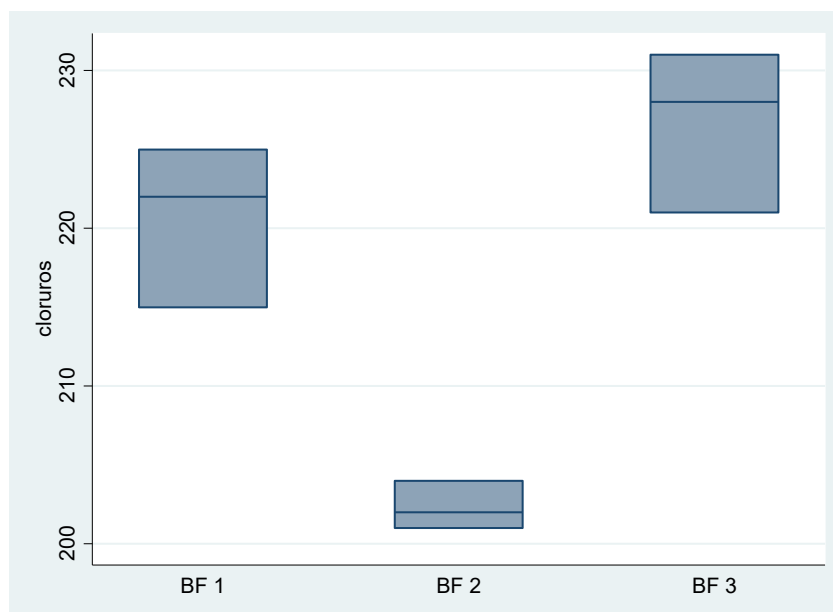
Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob> F
Between groups	964.222222	2	482.111111	26.3	0.0011
Within groups	110	6	18.333333		
Total	1074.22222	8	134.277778		

Bartlett's test for equal variances: chi 2 (2) =2.1881      Prob>chi 2= 0.335

En la tabla N° 35 muestra los datos analizados en el parámetro de cloruros tratado por los Biofiltros de (Zeolita- *Clorella vulgaris* y *Chondrus crispus*); los datos analizados muestran homogeneidad de varianzas, gracias a la prueba de Bartelle, validando el test ANNOVA, el cual muestra un nivel de significancia menor a 0.05 lo cual rechaza la hipótesis nula, e indicando que existe una diferencia significativa al menos entre dos medias poblacionales.

c. Comparación múltiple

**Figura N° 40: Comparación entre medias – Cloruros**



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 34. Prueba Bonferroni – Cloruros**

Comparison of cloruros by Biofiltros  
(Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	BF 1	BF 2
BF 2	-18.3333 0.006	
BF 3	6 0.41100	24.3333 0.001

En la Figura N° 40 y la tabla N° 36 – Prueba de Bonferroni, se observa la diferencia entre las medias poblaciones, así como la diferencia de los resultados entre cada tipo de Biofiltros. Detallando que entre los Biofiltros 1 y 2, así como 2 y 3 existen diferencias significativas comprobado por el p valor menor a 0.05 en la prueba de Bonferroni respectivamente.

#### **Parámetro: Cromo**

a. Normalidad

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Los datos tienen una distribución normal

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Los datos no tienen una distribución normal

**Tabla 35. Prueba de normalidad - Cromo -Biofiltro N° 1**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
Cromo	3	0.92399	1.135	0.084	0.46655



En la tabla N° 37 muestra los datos analizados en el parámetro de cromo tratado con el Biofiltro N° 1 (Zeolita- *Clorella vulgaris*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resultado mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 36. Prueba de normalidad - Cromo - Biofiltro N° 2**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
Cromo	3	0.84239	2.353	0.771	0.22028

En la tabla N° 38 muestra los datos analizados en el parámetro de cromo tratado con el Biofiltro N° 2 (Zeolita- *Chondrus crispus*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resultado mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 37. Prueba de normalidad - Cromo -Biofiltro N°3**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
Cromo	3	0.96546	0.516	-0.367	0.64301

En la tabla N° 39 muestra los datos analizados en el parámetro de cromo tratado con el Biofiltro N° 3 (Zeolita- *Clorella vulgaris* *Chondrus crispus*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un

resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

b. Análisis de varianza

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Las medias poblacionales son iguales ente si

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Al menos 2 medias poblacionales son distintas

**Tabla 38. Análisis ANOVA – Cromo**

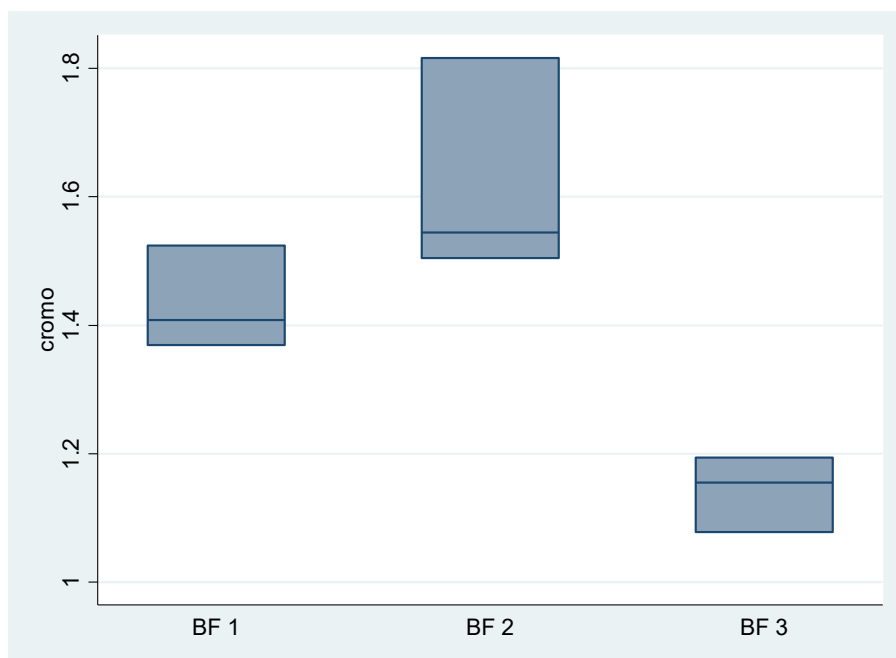
Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob> F
Between groups	0.34997956	2	0.174989778	13.57	0.0059
Within groups	0.077378	6	0.012896333		
Total	0.42735756	8	0.053419694		

Bartlett's test for equal variances: chi 2 (2) =1.9532      Prob>chi 2= 0.377

En la tabla N° 40 muestra los datos analizados en el parámetro de cromo tratado por los Biofiltros de (Zeolita- *Clorella vulgaris* y *Chondrus crispus*); los datos analizados muestran homogeneidad de varianzas, gracias a la prueba de Bartelle, validando el test ANNOVA, el cual muestra un nivel de significancia menor a 0.05 lo cual rechaza la hipótesis nula, e indicando que existe una diferencia significativa al menos entre dos medias poblacionales.

c. Comparación múltiple

*Figura N° 41: Comparación entre medias – Cromo*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 39. Prueba Bonferroni – Cromo**

Comparison of cromo by Biofiltros  
(Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	BF 1	BF 2
BF 2	0.188	
	0.267	
BF 3	-0.291333	-0.479333
	0.06000	0.006

En la Figura N° 41 y la tabla N° 41 – Prueba de Bonferroni, se observa la diferencia entre las medias poblaciones, así como la diferencia de los

resultados entre cada tipo de Biofiltros. Detallando que entre los Biofiltros 2 y 3, existen diferencias significativas comprobado por el p valor menor a 0.05 en la prueba de Bonferroni respectivamente.

### Parámetro: pH

#### a. Normalidad

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Los datos tienen una distribución normal

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Los datos no tienen una distribución normal

**Tabla 40. Prueba de normalidad - pH -Biofiltro N° 1**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
pH	3	1	0	-4.036	0.99997

En la tabla N° 42 muestra los datos analizados en el parámetro de pH tratado con el Biofiltro N° 1 (Zeolita- *Clorella vulgaris*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resulta mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 41. Prueba de normalidad - pH -Biofiltro N° 2**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
pH	3	0.98684	0.196	-0.774	0.78044

En la tabla N° 43 muestra los datos analizados en el parámetro de pH tratado con el Biofiltro N° 2 (Zeolita- *Chondrus crispus*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resultado mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

**Tabla 42. Prueba de normalidad - pH -Biofiltro N° 3**

Shapiro- Wilk w test for normal data

Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
pH	3	0.96428	0.533	-0.35	0.63688

En la tabla N° 44 muestra los datos analizados en el parámetro de pH tratado con el Biofiltro N° 3 (Zeolita- *Clorella vulgaris* *Chondrus crispus*); los datos tienen una distribución normal ya que el estadístico de prueba Shapiro Wilk, indica un resultado mayor que el nivel de significancia 0.05, lo que aprueba la Hipótesis Nula. Tomando en cuenta que la prueba Shapiro Wilk es viable a muestras de cantidades menores a 30.

b. Análisis de varianza

Hipótesis nula ( $H_0$ ) = Las medias poblacionales son iguales entre si

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) = Al menos 2 medias poblacionales son distintas

**Tabla 43. Análisis ANOVA – pH**

Analysis of Variance

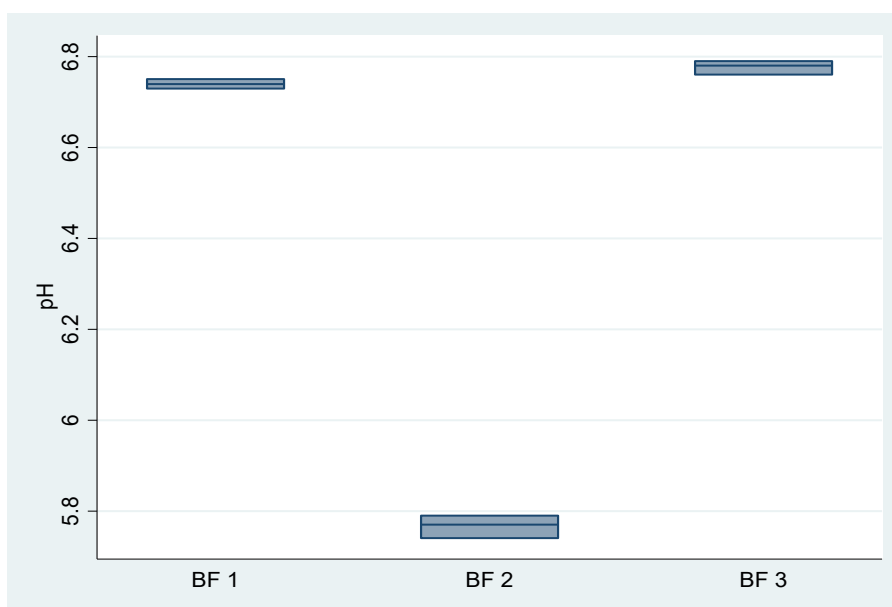
Source	SS	df	MS	F	Prob> F
Between groups	1.96882222	2	0.984411111	3055.07	0.0000
Within groups	0.00193333	6	0.0032222		
Total	1.97075556	8	0.246344444		

Bartlett's test for equal variances:  $\chi^2(2) = 1.3371$  Prob> $\chi^2 = 0.512$

En la tabla N° 45 muestra los datos analizados en el parámetro de pH tratado por los Biofiltros de (Zeolita- *Clorella vulgaris* y *Chondrus crispus*); los datos analizados muestran homogeneidad de varianzas, gracias a la prueba de Bartelle, validando el test ANNOVA, el cual muestra un nivel de significancia menor a 0.05 lo cual rechaza la hipótesis nula, e indicando que existe una diferencia significativa al menos entre dos medias poblacionales.

c. Comparación múltiple

*Figura N° 42: Comparación entre medias – pH*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 44. Prueba Bonferroni – pH**

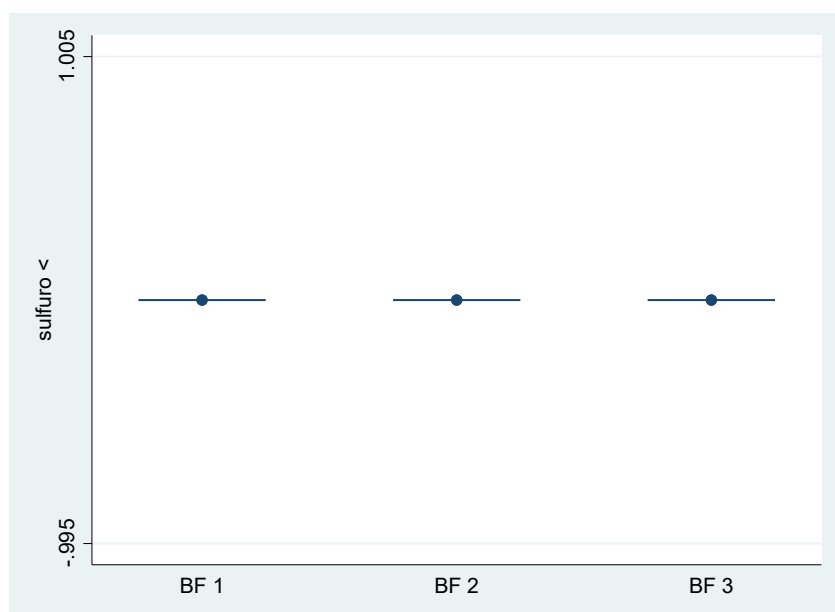
Comparison of pH by Biofiltros  
(Bonferroni)

Row Mean- Col Mean	BF 1	BF 2
BF 2	-0.973333 0.000	
BF 3	0.036667 0.13900	1.01 0

En la Figura N° 42 y la tabla N° 46 – Prueba de Bonferroni, se observa la diferencia entre las medias poblaciones, así como la diferencia de los resultados entre cada tipo de Biofiltros. Detallando que entre los Biofiltros 1, 2 así como 2 y 3, existen diferencias significativas comprobado por el p valor menor a 0.05 en la prueba de Bonferroni respectivamente.

## PARAMETRO: SULFUROS

*Figura N° 43: Comparación entre medias – Sulfuros*



**Fuente:** Elaboración propia

En la Figura N° 43 se observa que no existe diferencia entre las medias poblaciones debido a que los resultados obtenidos reflejaron mayor reducción de este contaminante, dejando una data menor a lo que puede reflejar el análisis (realizado por el laboratorio), por lo que no se pudo realizar el análisis estadístico de este parámetro.

## V. DISCUSION

La investigación tubo resultados óptimos en relación a la descontaminación del efluente tratado por parte de los Biofiltros de Zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*. Estos efluentes provenientes de la etapa de pintado de la empresa Prosoldes S.R.L. ubicada en Calle las Flores S/N en el distrito de Puente Piedra. Se encontraron con concentraciones elevadas a lo indicado por los ECA de Agua (D.S. N° 002-2008-Minam). Los parámetros analizados fueron: Sulfatos, Conductividad eléctrica, Plomo, Cloruros, Cromo, pH y sulfuros. Al respecto el primer Biofiltro el cual utiliza Zeolita y la micro alga tubo *Chlorella vulgaris* tuvo una eficiencia en remoción de 41.64%, 60.56%, 91.94%, 37.48%, 44.90%, aumento de pH logrando una cifra de 6.74 respectivamente, del mismo modo el segundo Biofiltro de Zeolita y la macro alga *Chondrus crispus*, tuvo una eficiencia en remoción de 42.28%, 54.47%, 4.29%, 42.60%, 37.58%, aumento de pH logrando una cifra de 5.77 respectivamente. Así mismo el tercer Biofiltro de Zeolita, la micro alga *Chlorella vulgaris* y la macro alga *Chondrus crispus*, tuvo una eficiencia en remoción de 47.61%, 60.76%, 98.21%, 35.78%, 56.07%, aumento de pH logrando una cifra de 6.78 respectivamente. Resaltando que el parámetro de sulfuros tuvo de manera generar una eficiencia de remoción de un 99%.

Además, respecto al Plomo, Dewi y Nuravivah (2018), en su trabajo de investigación titulado: Potential of Microalgae *Chlorella vulgaris* As Bioremediation Agents of Heavy Metal Pb (Lead) On Culture Media en la Universidad PGRI Semarang – Indonesia. En el que indica que la micro alga *Chlorella vulgaris* da un efecto de disminución de diversas cantidades de plomo en el medio de cultivo y que es muy efectiva ya que contribuye a su crecimiento entre el rango de 1mg/L y 3mg/L. en relación a ello la presente investigación tiene relación con lo indicado por Dewi y Nuravivah ya que el Pb presente en el efluente ha sido removido con una eficiencia promedio del 92% en los biofiltros que han utilizado esta microalga. La *Chlorella vulgaris* así como otras algas tienen la capacidad de bioacumular metales pesados debido a las fitoquelatinas generadas en su organismo las cuales enlazan



fuertemente los iones metálicos y los almacenan en sus vacuolas para luego ser procesados y disminuir su toxicidad como lo indica Espinoza (2015).

Así mismo, Leguía, et al (2017) en su investigación Diseño de filtros de bioarena para remover metales pesados (As, Cd, Cr, Pb y Fe) en aguas de uso doméstico en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, indica que los filtros de bioarena utilizados en su investigación redujeron un 98% de Pomo y 99%de cromo, En el cual nuestra investigación esta concordante a lo presentado por Leguía de manera parcial ya que el plomo si se redujo en un porcentaje similar (98.21%) en el biofiltro N°3 el cual utiliza Zeolita, la micro alga *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*, pero la reducción de cromo difiere con lo señalado, ya que en el mejor de los casos sólo redujo un 56.07% de reducción (biofiltro N°3). Se toma en consideración lo planteado por Leguía ya que es el principio base de funcionamiento de los biofiltros utilizados en la presente investigación en la cual se utiliza como núcleo del filtro la zeolita en lugar de arena, ya que, como menciona Yu, et.al (2017) la zeolita tiene la capacidad de intercambiar iones y almacenarlos en sus orificios adhiriendo los contaminantes a los espacios en estos orificios el cual sustenta el uso de este mineral en los biofiltros. Esta eficiencia de la zeolita cumple a lo indicado con Rodriguez (2017), en el cual reporta valores de adsorción de los mineral de tipo Zeolita logran un comportamiento favorable en cuanto a la adsorción de metales pesados ( $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  y  $Mn^{2+}$ ), valores oscilantes entre 20% en los tiempos de contacto mínimos, hasta un 90% en los más altos

Luego del uso del biofiltro N° 2 el cual utiliza Zeolita y la macro alga *Chondrus crispus* se obtuvo un resultado de eficiencia en remoción de 42.28%, 54.47%, 4.29%, 42.60%, 37.58%, aumento de pH logrando una cifra de 5.77 respectivamente, tal como indica Bulgario y Bulgario (2019) la algas rojas posee un inconveniente en el proceso de biosorción, producto a su pigmentación, que genera una contaminación al efluente tratado, producto a su pigmentación, siendo el menos óptimos para tratamiento de vertientes de manera industrial.

Los biofiltros de Zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*, han variado entre sus componentes modificando sus condiciones de operación, formando 3 tipos de biofiltros: Biofiltro N°1 compuesto por zeolita y la microalga *Chlorella vulgaris*, la cual ha tenido un desempeño favorable en la descontaminación del efluente industrial tratado, teniendo un caudal de 2.7 ml/s. Así mismo el Biofiltro N° 2 compuesto por zeolita y la macroalga *Chondrus crispus*, ha tenido un desempeño favorable pero menor a sus contrapartes en la descontaminación del efluente industrial tratado, teniendo un caudal de 2.08 ml/s. Por último, el Biofiltro N° 3 compuesto por la combinación de la Zeolita, la microalga *Chlorella vulgaris* y la macroalga *Chondrus crispus*, ha tenido un desempeño notable en cuanto a la descontaminación del efluente tratado, teniendo un caudal de 2.33 ml/s. Tomando en cuenta estos indicadores se puede observar que la micro alga *Chlorella vulgaris* tiene efectivamente un mejor desempeño en relación al factor tiempo caudal a pesar de no retener tanto caudal como la macro alga *Chondrus crispus*.

En base a la experiencia obtenida y la información recopilada como la que brinda Dewi y Nuravivah (2018), los cultivos de algas son muy adaptables a ciertas condiciones. La microalga *Chlorella vulgaris* ha tenido un crecimiento óptimo en el medio de cultivos realizado, convirtiéndola en una especie de muy fácil reproducción razón por la cual no se ha tomado en consideración el tiempo de vida del alga dentro de los biofiltros, ya que el lugar al recambio de esta puede realizarse incluso de manera mensual. Ya que como menciona Dewi y Nuravivah, existen condiciones que no interfieren en el crecimiento del alga, tales como el rango de concentración de los metales pesados presentes en el efluente industrial.

Así mismo en el caso de la macro alga *Chondrus crispus*, no se pudo encontrar una alternativa o solución a tiempo de vida de la especie, para el funcionamiento continuo de los biofiltros (N°2 y N°3), Esto supone una desventaja a comparación del uso de la micro alga *Chlorella vulgaris*, ya que se tendrían que realizar unos

cultivos de mayor envergadura para poder tener acceso al biofiltro con mayor capacidad de eficiencia.

La presente investigación ha proporcionado resultados favorables, mas no los esperados, ya que los efluentes industriales tratados por los biofiltros de zeolita *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*, cumplen parcialmente con el ECA de agua tipo III. En base a la experiencia adquirida se podrían considerar mayores tiempos de contacto entre el efluente industrial y el contenido de los biofiltros, lo cual generaría posiblemente mejores resultados, ya que la interacción del tiempo las capacidades de biosorción y/o bioacumulación de los componentes de los biofiltros en su mayoría son directamente proporcionales como lo indican autores como: Rodríguez, (2017). Belova, (2019), Xiorong Chen (2020), entre otros.

El desarrollo de este tipo de biofiltro, si sería beneficioso para las empresas ya que generarían una recirculación de sus efluentes a su mismo proceso productivo ya sea el caso o tendrían una alternativa de reutilización de ellos. Esto significaría una inserción de economía circular a las industrias en el factor hídrico, traduciendo este potencial en un aumento en la disponibilidad hídrica local, no solo para la misma industria sino también para la comunidad aledaña.

## VI. CONCLUSIONES

1. En relación a la respuesta de los objetivos específicos se encuentra que los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*, son eficientes en la descontaminación y efluentes industriales. Siendo el biofiltro N°3 compuesto por la combinación de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*, quien posee mayor capacidad de descontaminación y de eficiencia en Sulfatos = 47.61%, Conductividad eléctrica = 60.76%, Plomo=98.21%, Cromo=56.07%, estabilización de pH de 2.47 a 6.78 y Sulfuros =99%, sin embargo, el biofiltro N°2 compuesto por la combinación de zeolita y *Chondrus crispus*, tiene una mayor eficiencia en la descontaminación de cloruros=42.68%.
2. Los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*, han variado entre sus componentes modificando sus condiciones de operación, formando 3 tipos de biofiltros: Biofiltro N°1 compuesto por zeolita y la microalga *Chlorella vulgaris*, la cual ha tenido un desempeño favorable en la descontaminación del efluente industrial tratado, teniendo un caudal de 2.7 ml/s. Así mismo el Biofiltro N° 2 compuesto por zeolita y la macroalga *Chondrus crispus*, ha tenido un desempeño favorable pero menor a sus contrapartes en la descontaminación del efluente industrial tratado, teniendo un caudal de 2.08 ml/s. Por último, el Biofiltro N° 3 compuesto por la combinación de la zeolita, la microalga *Chlorella vulgaris* y la macroalga *Chondrus crispus*, ha tenido un desempeño notable en cuanto a la descontaminación del efluente tratado, teniendo un caudal de 2.33 ml/s.
3. Los resultados obtenidos en relación a los parámetros físicos (conductividad eléctrica) obtenidos al término del tratamiento por los

biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*, han sido reducidos en un 60.56%, por el biofiltro N°1, 54.47%, por el biofiltro N° 2, y 60.76% por el biofiltro N°3 respectivamente, no cumpliendo con lo esperado lo cual no permite su reutilización. Dando como resultado más favorable 3723.33 uS/cm luego de utilizar el biofiltro N°3, en contraste con el ECA de agua de tipo III-Riego de vegetales el cual tiene como valor límite 2000 uS/cm.

4. Los resultados obtenidos en relación a los parámetros químicos (Plomo Cromo, cloruros, pH y sulfuros) obtenidos al término del tratamiento por los biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* y *Chondrus crispus*, han sido reducidas de manera óptima por el biofiltro N° 3 generando 307.33 mg/L, 0.02 mg/L, 1.14 mg/L, estabilización de pH a 6.78 y 0.005 mg/L para los parámetros de Sulfatos, Plomo, Cromo, pH y sulfuros respectivamente y 202 mg/L por el biofiltro N°2 para el parámetro de cloruros. Estos resultados cumplen de manera parcial con el ECA de agua de tipo III-Riego de vegetales en los parámetros de plomo, cloruros, pH y sulfuros.

## VII. RECOMENDACIONES

- Ampliar el periodo de tiempo de operación y evaluar los resultados posteriores, ya que a mayor tiempo de contacto entre el efluente y los biofiltros se esperaría una mejora en su eficiencia.
- Realizar pruebas, con otro tipo de algas (Clorofitas, Phaeophyta) así como otro tipo de mineral.
- Realizar este tipo de filtro para tratamiento secundarios para efluentes industriales, de acuerdo a la cantidad de contaminantes.
- Tratamiento adicional por el alga parda
- Evaluar la posibilidad de realizar cultivos para cada tipo de alga de manera individual para obtener un abastecimiento constante de ellas.

## VIII. REFERENCIAS

- The United Nations world water development report 3: Water in a changing world*, 2012. S.l.: s.n. ISBN 9781849773355.
- ALMOMANI, F. y BOHSALE, R.R., 2020. Bio-sorption of toxic metals from industrial wastewater by algae strains *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris*: Application of isotherm, kinetic models and process optimization. *Science of the Total Environment*, ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.142654.
- ALTUNDAG, H., AGAR, S., ALTINTIG, E., ATES, A. y SIVRIKAYA, S., 2019. Use of ion chromatography method on the determination of some anions in the water collected from Sakarya, Turkey. *Journal of Chemical Metrology*, ISSN 1307-6183. DOI 10.25135/jcm.26.19.03.1221.
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, 2016. *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. 2016. S.l.: s.n.
- AVILA BAREÑO, I.R. y FIGUEROA MORENO, M.A., 2016. *DISEÑO, PROPUESTA E IMPLEMENTACION DE UN FILTRO PARA TRATAMIENTO DE AGUAS DE USO DOMÉSTICO EN TANQUES DE RESERVA EN LA POBLACION DEL CASCO URBANO DE LA INSPECCIÓN DE SAN ANTONIO DE ANAPOIMA* [en línea]. S.l.: UNIVERSIDAD LIBRE. Disponible en: [https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10401/ANTEPROYECTO SEMINARIO FILTRO ARENA ULTIMA ENTREGA JUNIO 11.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10401/ANTEPROYECTO%20SEMINARIO%20FILTRO%20ARENA%20ULTIMA%20ENTREGA%20JUNIO%2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- BAJIA, S.C., SINGH, R.J., BAJIA, B. y KUMAR, S., 2017. *Determination of sulfur content in petroleum products—an overview*. 2017. S.l.: s.n.
- BARBERÁN LOOR, E.J., BARBERÁN LOOR, E.J. y VALDEZ DELGADO, L.E., 2019. *Diseño y construcción de un reactor con zeolita activadas para reducir la concentración de cadmio y amoníaco en aguas sintéticas* [en línea]. S.l.: Universidad de Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39886>.
- BELOVA, T.P., 2019. Adsorption of heavy metal ions ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  and  $\text{Fe}^{2+}$ ) from aqueous solutions by natural zeolite. *Heliyon*, ISSN 24058440. DOI 10.1016/j.heliyon. 2019.e02320.
- BULGARIU, L. y BULGARIU, D., 2019. Bioremediation of Toxic Heavy Metals Using Marine Algae Biomass. *Environmental Chemistry for a Sustainable World*. S.l.: s.n., pp. 69-98. 10.1007/978-3-030-17724-9\_4

- BURGOS MAYORGA, E.B. y AGUDO VINCES, D.M., 2007. *Análisis de la eficiencia de filtros a base de zeolita para la remoción de contaminantes en el agua proveniente de dos pozos de abastecimiento público en el Recinto Tres Postes, Cantón Alfredo Baquerizo Moreno* [en línea]. S.I.: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30095>.
- CEDRÓN, O. y CRIBILLEROS, A., 2017. «Diagnostico del sistema de aguas residuales en salaverry y propuesta de solución». *Universidad Privada Antenor Orrego*,
- CHEN, X., WEI, X., WANG, J., YANG, Y., WANG, Y., LI, Q. y WANG, S., 2020. Toxicity removal and biodegradability enhancement of sludge extract in hydroquinone-rich wastewater via cultivation of *vulgaris*. *Journal of Cleaner Production*, ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.124030.
- CORRELLA, 2011. Las Zeolita mineral del Siglo XX. Uso y aplicaciones. Cenpalab: Ministerop de Ciencias Tecnologia y Medio Ambiente.
- COSTAFREDA MUSTELIER, J. L., 2014. *Tectosilicatos con características especiales: Las zeolitas naturales* [en línea]. Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: [http://oa.ump.es/32548/1/Tectosilicatos\\_Costrafreda.pdf](http://oa.ump.es/32548/1/Tectosilicatos_Costrafreda.pdf)
- CULKI FLORES, J.E. y PÉREZ SILVA, D.E., 2017. *Análisis de zeolita como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora de autos “Ayuda al Campesino” de la parroquia La Matriz - cantón Quero - provincia de Tungurahua* [en línea]. S.I.: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26851>.
- DEWI, E.R.S. y NURAVIVAH, R., 2018. Potential of Microalgae *Chlorella vulgaris* As Bioremediation Agents of Heavy Metal Pb (Lead) On Culture Media. *E3S Web of Conferences*. S.I.: s.n., pp. 4. DOI 10.1051/e3sconf/2018310501
- DÍAZ, I., 2017. Environmental uses of zeolites in Ethiopia. *Catalysis Today*, ISSN 09205861. DOI 10.1016/j.cattod.2017.01.045.
- DIOP, M., HOWSAM, M., DIOP, C., GOOSSENS, J.F., DIOUF, A. y AMARA, R., 2016. Assessment of trace element contamination and bioaccumulation in algae (*Ulva lactuca*), mussels (*Perna perna*), shrimp (*Penaeus kerathurus*), and fish (*Mugil cephalus*, *Saratherondon melanotheron*) along the Senegalese coast. *Marine Pollution Bulletin*, ISSN 18793363. DOI 10.1016/j.marpolbul.2015.12.038.

- ESPINOZA LAUS, Valeria, 2014. *Eficiencia de bioacumulacion de plomo por *Espyrogyra* sp. a escala de laboratorio en la Universidad Agraria de la Selva*. Tesis. Tingo María: Universidad Agraria de la Selva.
- FERREIRA, S.L.C., BEZERRA, M.A., SANTOS, A.S., DOS SANTOS, W.N.L., NOVAES, C.G., DE OLIVEIRA, O.M.C., OLIVEIRA, M.L. y GARCIA, R.L., 2018. *Atomic absorption spectrometry – A multi element technique*. 2018. S.l.: s.n.
- FISHMAN, M.J., 1993. Methods of analysis by the U.S. Geological Survey National Water Quality Laboratory; determination of inorganic and organic constituents in water and fluvial sediments. *U.S. Geological Survey Open File Report 93-125*,
- GUERRERO, M.S., VÁSQUEZ, A. y RODRÍGUEZ, M., *La Zeolita En La Descontaminación De Aguas Residuales. Universidad, ciencia y Tecnología.*, vol. 21, no. 3, pp. 109-117. 2017.
- GUO, J. y JI, Z., 2020. Superhydrophilic ZSM-5 zeolite-coated membrane for enhancing water coalescence in water-in-oil emulsions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, ISSN 18734359. DOI 10.1016/j.colsurfa.2020.124727.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, P., 2006. *Metodología de la investigación*. 2006. S.l.: s.n. ISBN 9789701057537.
- IBRAHIM, W.M., HASSAN, A.F. y AZAB, Y.A., 2016. Biosorption of toxic heavy metals from aqueous solution by *Ulva lactuca* activated carbon . *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, ISSN 2314-808X. DOI 10.1016/j.ejbas.2016.07.005.
- JIMENEZ TAFUR, J.D., 2017. *Estudio de la producción de biomasa de *Chlorella vulgaris* crecida heterotróficamente sobre vinazas de la caña de azúcar* [en línea]. S.l.: Universidad Icesi. Disponible en: [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/82476/1/TG01745.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/82476/1/TG01745.pdf).
- LARREA VARGAS, J., 2015. Aplicación de un filtro de zeolita para la potabilización del agua nivel domiciliario sitio palestina Canton el Guabo provincia El Oro. *Unidad Academica De Ingenieria Civil*,
- LATIF, A., BILAL, M., ASGHAR, W., AZEEM, M., AHMAD, M.I., ABBAS, A., ZULFIQAR AHMAD, M. y SHAHZAD, T., 2018. Heavy Metal Accumulation in Vegetables and Assessment of their Potential Health Risk. *Journal of Environmental Analytical Chemistry*, DOI 10.4172/2380-2391.1000234.



- LEGUÍA RAMÍREZ, J.C. y PUMA TORRES, P.S., 2016. *Diseño de filtros de bioarena para remover metales pesados (As, Cd, Cr, Pb y Fe) en aguas de uso doméstico* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1893>.
- LUCAS VIDAL, L.R., 2019. *Calidad del agua de suministro y salud humana en la microcuenca del río Carrizal. Factibilidad de un prototipo de potabilización* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10286>.
- MANTEROLA, C., GRANDE, L., OTZEN, T., GARCÍA, N., SALAZAR, P. y QUIROZ, G., 2018. Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. *Revista chilena de infectología*, ISSN 0716-1018. DOI 10.4067/s0716-10182018000600680.
- McLain, B.** 1993, Methods of analysis by the U.S. Geological Survey National Water Quality Laboratory--Determination of chromium in water by graphite furnace atomic absorption spectrophotometry: U.S. Geological Survey Open-File Report 93-44
- MINAM, 2017. Aprueban Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. *El Peruano*,
- MUSTELIER, J.L.C., 2018. *Tectosilicatos con características especiales: Las zeolitas naturales*. S.l.: s.n.
- NEORI, A., MSUYA, F.E., SHAULI, L., SCHUENHOFF, A., KOPEL, F. y SHPIGEL, M., 2003. A novel three-stage seaweed (*Ulva lactuca*) biofilter design for integrated mariculture. *Journal of Applied Phycology*, ISSN 09218971. DOI 10.1023/B:JAPH.0000004382.89142.2d.
- OEFA, 2014. Fiscalización ambiental en aguas residuales. *Organismo de Evaluacion y Fiscalizacion Ambiental*,
- Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th Edition, 4th Revision, 1998 Volume I
- PETER S., CRISTOPHER J. *Mitigation of harmful algal blooms caused by Alexandrium catenella and reduction in saxitoxin accumulation in bivalves using cultivable seaweeds*. Stony Brook University

- PANKRATOVA, N., CUARTERO, M., JOWETT, L.A., HOWE, E.N.W., GALE, P.A., BAKKER, E. y CRESPO, G.A., 2018. Fluorinated tripodal receptors for potentiometric chloride detection in biological fluids. *Biosensors and Bioelectronics*, ISSN 18734235. DOI 10.1016/j.bios.2017.07.001.
- RODRÍGUEZ VALDIVIA, M., 2017. *Evaluación de la capacidad de adsorción de  $Nh_4^+$  y metales pesados  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  y  $Mn^{2+}$  empleando zeolitas naturales y sintéticas*. S.I.: Universidad Nacional de San Agustín.
- SANTANA, P., 2016. Proyecto del Primer Carrera de Ingeniería Ambiental. 9G. FCMFQ.. Ecuador: Repositorio de la Universidad Técnica de Manabí.
- VATTUONE, M.E., LEAL, P.R., CROSTA, S., BERBEGLIA, Y., GALLEGOS, E. y MARTÍNEZ-DOPICO, C., 2008. Paragénesis de zeolitas alcalinas en un afloramiento de basaltos olivínicos amigdaloides de Junín de Los Andes, Neuquén, Patagonia, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, ISSN 10268774.
- VELA RODAS, M. y TUESTA LAVI, M., 2016. *Aplicación de una batería de filtros empacados en zeolita (Clinoptilolita), para la remoción de hierro y manganeso del agua de la microcuenca Juninguillo la Mina a escala piloto Moyobamba* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de San Martín. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2917>.
- VERA PUERTO, I.L., ROJAS ARREDONDO, M., CHÁVEZ YAVARA, W. y ARRIAZA TORRES, B.T., 2016. Evaluación de materiales filtrantes para el reúso en agricultura de aguas residuales tratadas provenientes de zonas áridas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, ISSN 0124-8170. DOI 10.18359/rcin.1633.
- WWAP (UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME), 2017. *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource*. Paris, UNESCO. S.I.: s.n. ISBN 9789231002014.
- YANG, Y., CHEN, Z., WANG, X., ZHENG, L. y GU, X., 2017. Partial nitrification performance and mechanism of zeolite biological aerated filter for ammonium wastewater treatment. *Bioresource Technology*, ISSN 18732976. DOI 10.1016/j.biortech.2017.05.151.
- YZQUIERDO FUENTES, E.L., 2019. *Incorporación de filtros de zeolita en la calidad del agua en las captaciones del sistema de agua potable del Barrio Serafinpampa* [en línea]. S.I.: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14791>.

## Anexos 1: Fichas de registro:

### Matriz de Operalización de Variables


VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN		INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Los biofiltros se caracterizan por la remoción de contaminantes,	Los Biofiltros de zeolita, <i>Chlorella vulgaris</i> Y <i>Chondrus crispus</i> , se medirán mediante:	Eficiencia de remoción de los contaminantes para la descontaminación de efluentes industriales		$E = \left( \frac{C_i - C_f}{C_i} \right) \times 100$	%
<b>Biofiltros de zeolita, <i>Chlorella vulgaris</i> Y <i>Chondrus crispus</i></b>	en agua superficiales y subterráneos (Romero,2016)	La eficiencia de remoción de los contaminantes, características físicas de los biofiltros,	Condiciones de operación para la descontaminación de efluentes industriales	Características Físicas	Largo	cm
					Diámetro	cm
					Altura	cm
					Volumen	L.
				Uso de <i>Chlorella vulgaris</i>	Volumen de cultivo	L.
					Cantidad de especies por volumen	Unid/ml.


		Componentes de los biofiltros y las condiciones de operación		Uso de <i>Chondrus crispus</i>	Cantidad de especies	Unid.
					Peso de especies	g.
				Uso de zeolita	Granulometría	mm.
				Placa difusora	Área	cm <sup>3</sup>
					Orificios por cm <sub>2</sub>	Unid.
				Proceso	Tiempo	min.
					Caudal	ml/s.
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	La descontaminación es un proceso de depuraciones	La descontaminación de efluentes será medida a través	Característica física luego del uso de Biofiltros de zeolita, <i>Chlorella vulgaris</i> Y <i>Chondrus crispus</i>	Conductividad	(µS/cm).	
<b>Descontaminación de efluentes industriales</b>	debido a la presencia de microorganismos que se utilizan y transforman (Díaz y Cabellero,2016)	de sus características físicas y químicas	Características químicas luego del uso de Biofiltros de zeolita, <i>Chlorella vulgaris</i> Y <i>Chondrus crispus</i>	pH	Unidad pH	
				Cloruros	mg/L.	
				Sulfuros	mg/L.	
				Sulfatos	mg/L.	
				Cromo	mg/L.	
				Plomo	mg/L.	

# Ficha N.º 1

## FICHA DE REGISTRO N°1 - CONCENTRACIÓN PARA LA MUESTRA INICIAL

MUESTRA INICIAL	CÓDIGO	FECHA	HORA	INVESTIGADOR	PARÁMETROS FÍSICOS	PARÁMETROS QUÍMICOS					
					CONDUCTIVIDAD	pH	CLORUROS	SULFUROS	SULFATOS	CROMO	PLOMO
					(µS/cm)	(µS/cm)	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	C-01	18/06	8:00 AM	Rodriguez Barrón, Diego Espinoza Hinostroza, Naomi	9150	2.49	351	1.025	588	2.5830	1.189
2	C-02	18/06	8:00 AM		9670	2.48	355	1.015	575	2.6410	1.118
3	C-03	18/06	8:00 AM		9650	2.46	353	1.019	597	2.5630	1.047

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro**  
**CIP. 71998**


  
**ROSARIO ELIZABETH**  
**VICUÑA HUAMAN**  
**INGENIERA AMBIENTAL**  
**Reg. CIP N° 204740**

Atentamente,  
  
**Juan Julio Ordoñez Galvez**  
**DNI: 08447308**

## FICHA N°02

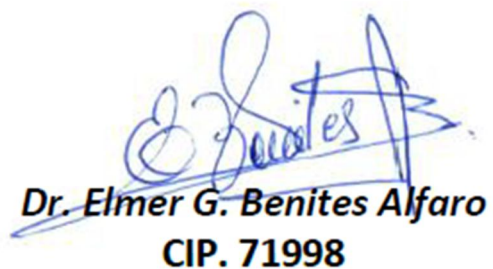
FICHA DE REGISTRO N°2 - CONCENTRACIÓN PARA LA MUESTRA FINAL											
BIOFILTRO	CÓDIGO	FECHA	HORA	INVESTIGADOR	PARÁMETROS FÍSICOS	PARÁMETROS QUÍMICOS					
					CONDUCTIVIDAD	pH	CLORUROS	SULFUROS	SULFATOS	CROMO	PLOMO
					( $\mu\text{S/cm}$ )	( $\mu\text{S/cm}$ )	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	Z -01	18/06	11:00	Rodriguez Barrón, Diego Espinoza Hinostroza, Naomi	3578	6.74	255	<0.005	357	1.4080	0.088
	Z -02	18/06	11:00		3880	6.73	215	<0.005	354	1.3690	0.085
	Z -03	18/06	11:00		3770	6.75	222	<0.005	316	1.5240	0.089
2	X -01	18/06	11:00		4570	5.77	201	<0.005	344	1.8160	1.065
	X -02	18/06	11:00		4320	5.74	202	<0.005	331	1.5050	1.072
	X -03	18/06	11:00		4070	5.79	204	<0.005	337	1.5440	1.060
3	Y -01	18/06	11:00		3820	6.79	231	<0.005	310	1.1550	0.023
	Y -02	18/06	11:00		3700	6.76	221	<0.005	309	1.0780	0.018
	Y -03	18/06	11:00		3650	6.78	228	<0.005	303	1.1940	0.020

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro**  
**CIP. 71998**

  
**ROSARIO ELIZABETH**  
**VICUÑA HUAMAN**  
**INGENIERA AMBIENTAL**  
**Reg. CIP N° 204740**

Atentamente,  
  
**Juan Julio Ochoa Galvez**  
 DNI: 08447308

FICHA DE REGISTRO Nº3 - COMPARACIÓN DE MUESTRAS/reducción										
		BIOFILTROS								
		1			2			3		
CÓDIGO		Z -01	Z -02	Z -03	X -01	X -02	X -03	Y -01	Y -02	Y -03
INVESTIGADOR		Rodriguez Barrón, Diego								
		Espinoza Hinostroza, Naomi								
PARÁMETROS FÍSICOS										
CONDUCTIVIDAD	(µS/cm)	60.56%			54.47%			60.76%		
PARÁMETROS QUÍMICOS										
pH	(µS/cm)	6.74			5.77			6.78		
CLORUROS	mg/L	37.48%			42.68%			35.78%		
SULFUROS	mg/L	99%			99%			99%		
SULFATOS	mg/L	41.64%			42.28%			47.61%		
CROMO	mg/L	44.90%			37.58%			56.07%		
PLOMO	mg/L	91.94%			4.29%			98.21%		


  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro**  
**CIP. 71998**


  
**ROSARIO ELIZABETH**  
**VICUÑA HUAMAN**  
**INGENIERA AMBIENTAL**  
**Reg. CIP N° 204740**

Atentamente,  
  
**Juan Julio Ordoñez Galvez**  
**DNI: 08447308**

Ficha N.º 4

FICHA DE REGISTRO N°4 - COMPOSICIÓN DE BIOFILTROS				
BIOFILTRO		1	2	3
COMPONENTES				
CÓDIGO		BF1	BF2	BF3
FECHA		18/06/2021	18/06/2021	18/06/2021
INVESTIGADOR		Rodriguez Barrón, Diego Espinoza Hinostroza, Naomi		
<i>Chlorella vulgaris</i>	VOLÚMEN DE CULTIVO	3 lt.	-	3 lt.
	CANTIDAD DE ESPECIES POR VOLUMEN	$6 \cdot 10^5$ cel/ml	-	$6 \cdot 10^5$ cel/ml
<i>Chondrus crispus</i>	CANTIDAD DE ESPECIES	-	40 unid.	20 unid
	PESO DE ESPECIES	-	0.250 Kg	0.125 kg
ZEOLITA	GRANULOMETRÍA	0.5-1.5mm	0.5-1.5mm	0.5-1.5mm
PLACA DIFUSORA	ÁREA	706.86 cm <sup>2</sup>	706.86 cm <sup>2</sup>	706.86 cm <sup>2</sup>
	ORIFICIOS POR cm2	5	5	5
CONDICIONES DE OPERACIÓN	TIEMPO	90 min	120 min.	105 min.
	CAUDAL	2.7 ml/s	2.08 ml/s	2.33 ml/s

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro**  
 CIP. 71998

  
 ROSARIO ELIZABETH  
 VICUÑA HUAMAN  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 204740

Atentamente,  
  
 Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08447308



## RESULTADOS DE LABORATORIO



### INFORME DE ENSAYO N° 210005408/2021

**Razón social:** Diego Rodríguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Elio etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plastico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-08:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: C-01 / TANQUE DE RECOLECCIÓN  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005408  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	588
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	9.150,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	1,189
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	351
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	2,5830
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	2,49
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	1,025

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
**Laboratorios y certificaciones**

**Phone central: (+511) 660 2323**  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

#### Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



 **Quim. Celino Yahuana Palacios**  
Gerente de Laboratorio  
**PACIFIC CONTROL CMA SAC**



**FIN DE DOCUMENTO**

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

**INFORME DE ENSAYO N° 210005409/2021**
**Razón social:** Diego Rodriguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Ello etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plastico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-08:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: C-02 / TANQUE DE RECOLECCIÓN  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005409  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	575
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	9.670,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	1,118
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	355
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	2,6410
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	2,48
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	1,015

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association  
 representing independent testing,  
 inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
**Laboratorios y certificaciones**

Phone central: (+511) 660 2323  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

#### Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió




Quim. Celino Yahuana Palacios  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

#### Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



**Quim. Celino Yahuana Palacios**  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

**INFORME DE ENSAYO N° 210005411/2021**
**Razón social:** Diego Rodriguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Elio etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plastico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-11:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: Z-01 / BIOFILTRO N°1  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005411  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	357
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	3.578,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	0,088
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	225
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	1,4080
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,74
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	< 0,005

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
 Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



**Quim. Celino Yahuana Palacios**  
Gerente de Laboratorio  
**PACIFIC CONTROL CMA SAC**

**FIN DE DOCUMENTO**

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
**Laboratorios y certificaciones**

**Phone central: (+511) 660 2323**

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP



**INFORME DE ENSAYO N° 210005410/2021**
**Razón social:** Diego Rodriguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Elío etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plastico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-08:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: C-03 / TANQUE DE RECOLECCIÓN  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005410  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	597
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	9.650,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	1,047
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	353
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	2,5630
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	2,46
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	1,019

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
**Laboratorios y certificaciones**

**Phone central: (+511) 660 2323**  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP



L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

#### Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



**Quim. Celino Yahuana Palacios**  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

**INFORME DE ENSAYO N° 210005413/2021**
**Razón social:** Diego Rodriguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Elío etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plastico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-11:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: Z-03 / BIOFILTRO N°1  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005413  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	316
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	3.770,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	0,089
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	222
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	1,5240
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,75
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	< 0,005

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
 Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

#### Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



**Quim. Celino Yahuana Palacios**  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

**INFORME DE ENSAYO N° 210005412/2021**
**Razón social:** Diego Rodriguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Elío etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plastico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-11:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: Z-02 / BIOFILTRO N°1  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005412  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	354
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	3.880,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	0,085
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	215
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	1,3690
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,73
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	< 0,005

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
**Laboratorios y certificaciones**

**Phone central: (+511) 660 2323**  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

**INFORME DE ENSAYO N° 210005415/2021**
**Razón social:** Diego Rodriguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Elío etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plastico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-11:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: X-02 / BIOFILTRO N°2  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005415  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	331
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	4,320,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	1,072
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	202
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	1,5050
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	5,74
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	< 0,005

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-15-01 / V02, 2020, 10, 10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association  
 representing independent testing,  
 inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
**Laboratorios y certificaciones**

Phone central: (+511) 660 2323  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

#### Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



**Quim. Celino Yahuana Palacios**  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

**INFORME DE ENSAYO N° 210005414/2021**
**Razón social:** Diego Rodriguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Elío etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plastico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-11:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: X-01 / BIOFILTRO N°2  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005414  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	344
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	4,570,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	1,065
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	201
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	1,8160
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	5,77
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	< 0,005

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
 Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP



**INFORME DE ENSAYO N° 210005417/2021**
**Razón social:** Diego Rodriguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Elío etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plástico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L.  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-11:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: Y-01 / BIOFILTRO N°3  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005417  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	310
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	3.820,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	0,023
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	231
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	1,1550
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,79
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	< 0,005

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-15-01 / V02, 2020, 10, 10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
 Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP



L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



**Quim. Celino Yahuana Palacios**  
Gerente de Laboratorio  
**PACIFIC CONTROL CMA SAC**

**FIN DE DOCUMENTO**

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
**Laboratorios y certificaciones**

**Phone central: (+511) 660 2323**

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

**INFORME DE ENSAYO N° 210005416/2021**
**Razón social:** Diego Rodriguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Elío etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plastico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-11:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: X-03 / BIOFILTRO N°2  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005416  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	337
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	4,070,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	1,060
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	204
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	1,5440
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	5,79
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	< 0,005

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
**Laboratorios y certificaciones**

**Phone central: (+511) 660 2323**  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



**Quim. Celino Yahuana Palacios**  
Gerente de Laboratorio  
**PACIFIC CONTROL CMA SAC**

**FIN DE DOCUMENTO**

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
**Laboratorios y certificaciones**

**Phone central: (+511) 660 2323**

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

**INFORME DE ENSAYO N° 210005419/2021**
**Razón social:** Diego Rodriguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Elío etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plastico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-11:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: Y-03 / BIOFILTRO N°3  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005419  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	303
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	3.650,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	0,020
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	228
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	1,1940
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,78
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	< 0,005

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
 FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
 Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association  
 representing independent testing,  
 inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
**Laboratorios y certificaciones**

**Phone central: (+511) 660 2323**  
 Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

#### Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



**Quim. Celino Yahuana Palacios**  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout os the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

**INFORME DE ENSAYO N° 210005418/2021**
**Razón social:** Diego Rodriguez Barrón

**RUC:** DNI: 72685704

**Domicilio legal:** Jr. Luis agurto 359 urb. Elío etapa 4ta

**CMA:** CMA1526/2021

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Industrial  
 Número de Muestras: 03  
 Presentación: Frascos de Plastico / Tres (03) unidades de 500 mL  
 Procedencia: PROSOLDES S.R.L  
 Condición de la muestra: Refrigerada  
 Muestreado por: El cliente  
 Procedimiento de muestreo: No Aplica  
 Plan de muestreo: No Aplica  
 Fecha y hora de muestreo: 18/06/2021-11:00 h  
 Coordenadas: 18L 273865.20E 8682210.84N  
 Punto de muestreo: Y-02 / BIOFILTRO N°3  
 Fecha de recepción de la muestra: 18/06/2021  
 Código de Laboratorio: 210005418  
 Fecha de inicio de análisis: 19/06/2021  
 Fecha de término de análisis: 24/06/2021  
 Fecha de emisión: 25/06/2021

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
<b>Sulfatos</b>	3	mg SO <sub>4</sub> 2-/L	309
<b>Conductividad</b>	0,01	uS/cm	3.700,00
<b>Plomo</b>	0,006	mg Pb/L	0,018
<b>Cloruros</b>	4	mg Cl -/L	221
<b>Cromo</b>	0,0008	mg Cr/L	1,0780
<b>pH (Referencial)</b>	0,01	Unidad de pH	6,76
<b>Sulfuro</b>	0,005	mg/L	< 0,005

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
**Laboratorios y certificaciones**

**Phone central: (+511) 660 2323**  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

#### Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



**Quim. Celino Yahuana Palacios**  
Gerente de Laboratorio  
PACIFIC CONTROL CMA SAC



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.  
FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



**Pacific Control, Calidad y Medio ambiente**  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP





INFORME DE ENSAYO N° 210005419/2021

Página 2 de 2

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Sulfatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E, 23rd Ed. 2017. Sulfate. Turbidimetric Method.
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Cromo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Sulfuro	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S <sub>2</sub> <sup>2-</sup> D, 23rd Ed. 2017 Sulfide. Methylene Blue Method

**Observaciones**

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL CMA S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

FR-13-15-01 / V02, 2020.10.10

Our general term and conditions are available in full [www.pacificcontrol.us](http://www.pacificcontrol.us) or at your request  
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control, Calidad y Medio ambiente  
Laboratorios y certificaciones

Phone central: (+511) 660 2323  
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Llanavilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

JE/CYP/CYP

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO



## I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr. ELMER GONZALES BENITES ALFARO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente universidad César Vallejo
- 1.3 Especialidad del validador: Ing. Química/gestión ambiental/Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°1 - CONCENTRACIÓN PARA LA MUESTRA INICIAL
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostriza Naomi – Rodríguez Barrón Diego

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:


CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

☒☐

## IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

  
Dr. Elmer G. Benites Alfaro  
CIP. 71998

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: ING. ROSARIO ELIZABETH VICUÑA HUAMAN
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Gerente de Desarrollo Ambiental – Municipalidad Distrital de El Agustino
- 1.3 Especialidad del validador: Gestión de seguridad, salud y medio ambiente.
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°1 - CONCENTRACIÓN PARA LA MUESTRA INICIAL
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostroza Naomi – Rodríguez Barrón Diego

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		


### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

X

90

  
 -----  
 ROSARIO ELIZABETH  
 VICUÑA HUAMAN  
 INGENIERA AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 204740

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente universidad César Vallejo
- 1.3 Especialidad del validador: Hidrólogo ambiental
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°1 - CONCENTRACIÓN PARA LA MUESTRA INICIAL
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostroza Naomi – Rodriguez Barrón Diego

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

X

90%

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr. ELMER GONZALES BENITES ALFARO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente universidad César Vallejo
- 1.3 Especialidad del validador: Ing. Química/gestión ambiental/Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°2 - CONCENTRACIÓN PARA LA MUESTRA FINAL
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostroza Naomi – Rodriguez Barrón Diego

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

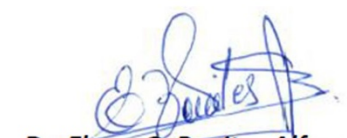
### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro**  
**CIP. 71998**

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: ING. ROSARIO ELIZABETH VICUÑA HUAMAN
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Gerente de Desarrollo Ambiental – Municipalidad Distrital de El Agustino
- 1.3 Especialidad del validador: Gestión de seguridad, salud y medio ambiente.
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°2 - CONCENTRACIÓN PARA LA MUESTRA FINAL
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostroza Naomi – Rodriguez Barrón Diego

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		


### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90



ROSARIO ELIZABETH  
VICUÑA HUAMAN  
INGENIERA AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 204740

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente universidad César Vallejo
- 1.3 Especialidad del validador: Hidrólogo ambiental
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°2 - CONCENTRACIÓN PARA LA MUESTRA FINAL
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostroza Naomi – Rodriguez Barrón Diego

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

X

90%

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez  
DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr. ELMER GONZALES BENITES ALFARO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente universidad César Vallejo
- 1.3 Especialidad del validador: Ing. Química/gestión ambiental/Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°3 - COMPARACIÓN DE MUESTRAS
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostroza Naomi – Rodriguez Barrón Diego

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			


### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro**  
 CIP. 71998

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: ING. ROSARIO ELIZABETH VICUÑA HUAMAN
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Gerente de Desarrollo Ambiental – Municipalidad Distrital de El Agustino
- 1.3 Especialidad del validador: Gestión de seguridad, salud y medio ambiente.
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°3 - COMPARACIÓN DE MUESTRAS
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostroza Naomi – Rodríguez Barrón Diego

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

X

90



ROSARIO ELIZABETH  
VICUÑA HUAMAN  
INGENIERA AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 204740



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente universidad César Vallejo
- 1.3 Especialidad del validador:
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°3 - COMPARACIÓN DE MUESTRAS
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostroza Naomi – Rodriguez Barrón Diego

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

X

90%

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez  
DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr. ELMER GONZALES BENITES ALFARO
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente universidad César Vallejo
- 1.3 Especialidad del validador: Ing. Química/gestión ambiental/Ing. Ambiental
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°4 - COMPOSICIÓN DE BIOFILTROS
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostroza Naomi – Rodriguez Barrón Diego

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:


CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación ☒
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación ☐

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

  
**Dr. Elmer G. Benites Alfaro**  
**CIP. 71998**

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: ING. ROSARIO ELIZABETH VICUÑA HUAMAN
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Gerente de Desarrollo Ambiental – Municipalidad Distrital de El Agustino
- 1.3 Especialidad del validador: Gestión de seguridad, salud y medio ambiente.
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°4 - COMPOSICIÓN DE BIOFILTROS
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostroza Naomi – Rodríguez Barrón Diego

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90



ROSARIO ELIZABETH  
VICUÑA HUAMAN  
INGENIERA AMBIENTAL  
Reg. CIP N° 204740

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez
- 1.2 Cargo e institución donde labora: Docente universidad César Vallejo
- 1.3 Especialidad del validador:
- 1.4 Nombre de Instrumento y finalidad de su aplicación: FICHA DE REGISTRO N°4 - COMPOSICIÓN DE BIOFILTROS
- 1.5 Título de Investigación: Eficiencia de biofiltros de zeolita, *Chlorella vulgaris* Y *Ulva lactuca* en la descontaminación de efluentes industriales, Puente Piedra, 2021.
- 1.6 Autor(A) del Instrumentos: Espinoza Hinostroza Naomi – Rodríguez Barrón Diego

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- Los requisitos para su aplicación los Requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

X

90%

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308